



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

**“OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES
GENERADOS EN LA LAVANDERÍA Y TINTORERÍA DE JEANS CORPOTEX”**

TESIS DE GRADO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO QUÍMICO

SILVIA PATRICIA ZURITA AGUAGUIÑA

**RIOBAMBA – ECUADOR
2014**

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios por darme la vida, guiar mi camino y darme fuerza día a día con su palabra (Josué 1:9); a mis Padres y mis hermanos por ser los pilares en mi vida, a mis amigos por alentarme en todo momento.

Al Sr. Francisco Pico propietario de la empresa "CORPOTEX" por permitirme realizar este trabajo en su establecimiento.

También agradezco a los Ingenieros Hannibal Brito y Mabel Parada quienes han sido de gran ayuda tanto en mi formación profesional como en el desarrollo de este trabajo.

DEDICATORIA

Los sueños cada día nos impulsan, nos fortalecen y nos permiten crecer, por tal motivo dedico este trabajo de grado, en primer lugar a Dios, quien me ha regalado con un día más de vida la oportunidad de hacer mejor las cosas; y permitirme alcanzar esta meta de ser profesional.

Con mucho amor a mis padres, Tito Zurita y María Aguaguña, mis hermanos: Elena, Daniel, Vlady y Gustavo, por sus buenos consejos en aquellos momentos difíciles, pues gracias a su paciencia, ayuda y motivación, logre culminar esta etapa de mi vida, ustedes se merecen la misma alegría que siento, este trabajo es para ustedes, por su esfuerzo en verme convertida en una profesional.

ACarina Salazar, por su paciencia, generosidad, por esos días que hemos compartido alegrías, tristeza, salud y enfermedad, por tu amistad siempre te llevare en mi corazón.

A mis amigos, Javier Porras, Juan José Demera, Franklin Flores Adriana Yanchaliquin, Jhonathan Rivas, Vanne Figueroa que con sus ocurrencias hicieron de esta etapa de mi vida la mejor.

A Carlitos Pilataxi por llegar a mi vida en el momento indicado, por apoyarme y motivarme todos los días.

HOJA DE FIRMAS

El Tribunal de Tesis certifica que: El Trabajo de Investigación “**OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES GENERADOS EN LA LAVANDERÍA Y TINTORERÍA DE JEANS CORPOTEX**”, de responsabilidad de la señorita Silvia Patricia Zurita Aguaguña, ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, queda autorizado su presentación.

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Dr. Silvio Álvarez DECANO FAC. CIENCIAS
Ing. Mario Villacrés DIRECTOR DE ESCUELA
Ing. Hannibal Brito M. DIRECTOR DE TESIS
Ing. Mabel Parada MIEBRO-TRIBUNAL
Ing. Eduardo Tenelanda COORDINADOR SISBIB ESOPCH
NOTA DE LA TESIS	

HOJA DE RESPONSABILIDAD

“Yo SILVIA PATRICIA ZURITA AGUAGUIÑA, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis; y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”

SILVIA PATRICIA ZURITA AGUAGUIÑA

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

<i>L</i>	Litros (L)
<i>pH</i>	Potencial de Hidrogeno (s/u)
<i>s</i>	Segundos (s)
<i>m³</i>	Metro cubico (m ³)
<i>V</i>	Volumen del tanque (m ³)
<i>m</i>	Metro (m)
<i>ml</i>	Mililitros (mm)
<i>g</i>	Gramos (g)
<i>m³/h</i>	Metro cubico por hora (m ³ /h)
<i>L/s</i>	Litro por segundo (L /s)
<i>Kg/m³</i>	Kilogramos por metro cubico (kg / m ³)
<i>T</i>	Temperatura (°C)
<i>°C</i>	Grado centígrado (°C)
<i>N</i>	Normalidad (N)
<i>Q</i>	Caudal (L /s)
<i>ppm</i>	Partes por millón (ppm)
<i>μS/cm</i>	Micro siemens por centímetro (μS /cm)
<i>η</i>	Eficiencia del sistema (%)
<i>F1</i>	Carga de entrada (unidades en las que se mida cada parámetro)
<i>F2</i>	Carga de salida (unidades en las que se mida cada parámetro)
<i>PAC</i>	Policloruro de aluminio
<i>V_D</i>	Volumen del desarenador (m ³)
<i>V_H</i>	Volumen del homogenizador (m ³)
<i>V_{F1}</i>	Volumen floculador horizontal 1 (m ³)
<i>V_{F2}</i>	Volumen floculador horizontal 2 (m ³)
<i>V_A</i>	Volumen aireador (m ³)
<i>V_{s1}</i>	Volumen del sedimentador 1 (m ³)

V_{s2}	Volumen del sedimentador 2 (m ³)
t_r	Tiempo de retención (h)
C_{PAC}	Concentración de floculante policloruro de aluminio(g/L)
P_{PAC}	Peso de floculante Policloruro de Aluminio(g)
V_a	Volumen de agua (L)
Q_s	Caudal de salida (L /h)
Q_E	Caudal de entrada (L /h)
Q_{BC1}	Caudal bomba dosificadora de floculante 1 (L /h)
Q_{BC2}	Caudal bomba dosificadora de floculante 2 (L /h)
$R_{OD\ test\ 1}$	Relación óptima a dosificar con la prueba 1 (L de agua a tratar / L de floculante)
$R_{OD\ test\ 2}$	Relación óptima a dosificar con la prueba (L de agua a tratar / L de floculante)
V_{AR}	Volumen de agua residual (L)
V_{CPAC}	Volumen de floculante Policloruro de Aluminio (L)
$V_{CPAC\ 1}$	Volumen de floculante casa comercial 1(L)
$V_{CPAC\ 2}$	Volumen de floculante casa comercial 2 (L)
R_{DC}	Relación de dosificación de floculante actual (L de agua a tratar / L de floculante)

TABLA DE CONTENIDOS

CARATULA
AGRADECIMIENTO
DEDICATORIA
HOJA DE FIRMAS
HOJA DE RESPONSABILIDAD
ÍNDICE DE ABREVIATURAS
TABLA DE CONTENIDOS
ÍNDICE DE TABLAS
TABLA DE GRÁFICOS
TABLA DE ANEXOS

	Pp.
RESUMEN.....	i
SUMMARY.....	i
INTRODUCCIÓN.....	ii
ANTECEDENTES.....	iii
JUSTIFICACIÓN.....	iv
OBJETIVOS.....	v

CONTENIDOS

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO	1
1.1. Aguas Residuales	2
1.1.1. Características De Las Aguas Residuales	2
1.1.2. Usos Industriales Del Agua	3
1.2. Tratamiento De Aguas Residuales.....	7
1.2.1. Tratamiento Primario.....	7

CONTENIDO

Pp.

1.2.2. Tratamiento Secundario.....	8
1.3. Diseño	15
1.3.1. Optimización.....	15
1.3.2. Rendimiento Del Sistema De Tratamiento	15
1.3.3. Volumen	16
1.3.4. Tiempo De Retención	17
1.3.5. Caudal	17
1.3.6. Concentración De Floculante PAC Masa-Volumen (% M/V)	18
1.3.7. Factor De Seguridad	19

CAPÍTULO II

PARTE EXPERIMENTAL	20
2.1. Muestreo	21
2.2. Metodología	21
2.2.1. Plan De Muestreo	21
2.2.2. Métodos Y Técnicas	24
2.3. Datos Experimentales	34
2.3.1. Diagnóstico Del Estado Inicial Del Sistema De Tratamiento.....	34
2.3.2. Datos	36

CAPÍTULO III

CÁLCULOS Y RESULTADOS	43
3.1. Cálculos.....	44
3.1.1. Cálculo Del Rendimiento Del Sistema De Tratamiento	44

CONTENIDO

Pp.

3.1.2. Cálculo Del Volumen De Capacidad Del Sistema De Tratamiento	45
3.1.3. Cálculo Del Tiempo De Retención En El Sistema De Tratamiento	46
3.1.4. Optimización Del Sistema De Tratamiento De Efluentes	47
3.1.5. Calculo De La Profundidad Del Tanque De Aireación Sedimentador 1	56
3.2. Resultados	57
3.2.1. Rendimiento Del Sistema De Tratamiento De Efluentes Antes De La Optimización	57
3.2.2. Volumen De La Capacidad Del Sistema De Tratamiento	58
3.2.3. Caudal De Las Bombas Dosificadoras Sin Optimización.	59
3.2.4. Pruebas De Dosificación.....	59
3.2.5. Relación De Dosificación De Flocculante	61
3.2.6. Caudal De Las Bombas Dosificadoras Con Optimización.....	62
3.2.7. Volumen De Flocculante Necesario En Un Mes.....	63
3.2.8. Costos De Flocculante	64
3.2.9. Incremento Del Tanque De Aireación	65
3.2.10. Resultados Del Análisis De Agua Antes Y Después De La Optimización.....	65
3.2.11. Resultados del Rendimiento De La Optimización.....	68
3.3. Propuesta.....	69
3.4. Presupuesto De La Propuesta.....	71
3.5. Análisis Y Discusión De Resultados	71

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	73
--	-----------

4.1. Conclusiones	74
-------------------------	----

CONTENIDO

Pp.

4.2. Recomendaciones	75
----------------------------	----

CAPÍTULO V

BIBLIOGRAFIA	76
---------------------------	-----------

ANEXOS.....	80
--------------------	-----------

ÍNDICE DE TABLAS

Pp.

TABLA 1 Plan de Muestreo	22
TABLA 2 Técnica para determinar Conductividad.....	25
TABLA 3 Técnica para determinar potencial hidrogeno pH.....	26
TABLA 4 Técnica para determinar Solidos Totales.....	27
TABLA 5 Técnica para determinar Demanda Química de Oxigeno.....	28
TABLA 6 Técnica para determinar Demanda Bioquímica de Oxigeno.....	29
TABLA 7 Técnica para determinar Tensoactivos	30
TABLA 8 Técnica para determinar Sulfuro	31
TABLA 9 Técnica para determinar Sólidos Totales Disueltos	32
TABLA 10 Técnica para determinar Color	33
TABLA 11 Sistema de Tratamiento	35
TABLA 12 Medición de Parámetros In Situ de Agua al ingreso del Sistema de Tratamiento	36
TABLA 13 Medición de Caudal en el Ingreso al Sistema de Tratamiento	37
TABLA 14 Medición del Caudal en la Descarga a la red de Alcantarillado.....	38
TABLA 15 Datos de Dimensiones de Tanques Simétricos.....	39
TABLA 16 Datos de Dimensiones de Tanques Asimétricos.....	39
TABLA 17 Datos para Caudal de bombas dosificadoras	39
TABLA 18 Datos para obtener el peso de PAC necesario para preparar	39
TABLA 19 Datos para Calcular la Relación Optima de Dosificación	40
TABLA 20 Datos para calcular el peso de policloruro de aluminio.....	40
TABLA 21 Precios de Flocculantes	40
TABLA 22 Datos del Análisis De Agua Entregado Por El Propietario	41
TABLA 23 Caracterización del Agua a la Entrada y Salida del Sistema de Tratamiento (Estado inicial)	41
TABLA 24 Rendimiento del Sistema de Tratamiento.....	57
TABLA 25 Volumen por Tanque y Volumen Total.....	58
TABLA 26 Caudal de Bombas Dosificadoras de Flocculante	59
TABLA 27 Pruebas Utilizando Policloruro de Aluminio de la Casa Comercial 1	59

ÍNDICE DE TABLAS

Pp.

TABLA 28 Pruebas Utilizando Policloruro de Aluminio de la Casa Comercial 2	60
TABLA 29 Resultados de las Pruebas de Dosificación de Floculante	61
TABLA 30 Relación de Dosificación de Floculante con y sin Optimización	61
TABLA 31 Caudal de Bombas de Dosificación con Optimización	62
TABLA 32 Volumen de Floculante para un mes con y sin Optimización	63
TABLA 33 Costo Mensual de Floculante	64
TABLA 34 Incremento Tanque de Aireación	65
TABLA 35 Resultados del Análisis de Agua antes y después de la Optimización	65
TABLA 36 Rendimiento de la Optimización	68
TABLA 37 Propuesta	69
TABLA 38 Presupuesto de la Propuesta	71

TABLA DE GRÁFICOS

Pp.

GRÁFICO 1 Eficiencia Del Sistema De Tratamiento	57
GRÁFICO 2 Volumen Por Tanque.....	58
GRÁFICO 3 Caudal de Bombas Dosificadoras de Floculante	59
GRÁFICO 4 Resultados de las Pruebas de Dosificación	61
GRÁFICO 5 Relación de Dosificación de Floculante con y sin Optimización.....	62
GRÁFICO 6 Caudal de Bombas de Dosificación con Optimización	63
GRÁFICO 7 Volumen de Coagulante para un mes con y sin Optimización.....	64
GRÁFICO 8 Costo Mensual de Coagulante	65
GRÁFICO 9 Resultados del Análisis de DBO, DQO y Solidos Disueltos del Agua	66
GRÁFICO 10 Resultados del Análisis de Tensoactivos y Sulfuros del Agua	67
GRÁFICO 11 Resultado del Análisis de Color del Agua con y sin Optimización	67
GRÁFICO 12 Eficiencia de la Optimización	68

ÍNDICE DE ANEXOS

Pp.

ANEXO 1	Parámetros para el Control de la Calidad del Agua Residual	81
ANEXO 2	Parámetros para el Control de la Calidad del Agua Residual	82
ANEXO 3	Parámetros para el Control de la Calidad del Agua Residual	83
ANEXO 4	Parámetros para el Control de la Calidad del Agua Residual	84
ANEXO 5	Parámetros para el Control de la Calidad del Agua Residual	85
ANEXO 6	Legislación Ambiental Significativa.....	86
ANEXO 7	Legislación Ambiental Sgnificativa.....	87
ANEXO 8	Legislación Ambiental Sgnificativ	88
ANEXO 9	Informe del Análisis de Agua del cual parte el Trabajo	89
ANEXO 10	Estado Inicial del Sistema de Tratamiento.....	90
ANEXO 11	Informe del Análisis de Agua al Ingreso al Sistema de Tratamiento	91
ANEXO 12	Informe del Análisis de Agua a la Salida del Sistema de Tratamiento.....	92
ANEXO 13	Informe del Análisis de Agua despues de la Optimización	93
ANEXO 14	Informe del Análisis de Agua de Sulfuros y Tensoactivos	94
ANEXO 15	Determinaciones de Laboratorio (Color, pH y Sólidos Disueltos).....	95
ANEXO 16	Determinaciones de Laboratorio (DBO ₅ y DQO).....	96
ANEXO 17	Determinación de Laboratorio (Sulfuros).....	97
ANEXO 18	Preparación de Floculante PAC	98
ANEXO 19	Pruebas de Dosificación.....	99
ANEXO 20	Estado Final del Sistema de Tratamiento.....	100
ANEXO 21	Plano Inicial del Sistema de Tratamiento Vista Superior	101
ANEXO 22	Plano Inicial del Sistema de Tratamiento Vista Lateral.....	102

ÍNDICE DE ANEXOS

Pp.

ANEXO 23	Plano Final del Sistema de Tratamiento Vista Superior	103
ANEXO 24	Plano Final del Sistema de Tratamiento Vista Lateral.....	104

RESUMEN

Se realizó la Optimización del sistema de tratamiento de efluentes generados en la Empresa CORPOTEX ubicada en el Sector Tambo Central, Cantón Pelileo, Provincia Tungurahua para mejorar la calidad del agua residual de la empresa.

Para diagnosticar su funcionamiento se utilizó normas establecidas en el TULAS, las muestras de agua recolectadas fueron de tipo compuesta para realizar las respectivas pruebas de dosificación y análisis en el Laboratorio de aguas de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, se utilizó materiales como: vasos de precipitación, pipetas, termómetro, erlenmeyer, embudos, varillas de agitación, colorímetro, conductímetro, pH metro equipos de titulación, estufa. Se determinó la cantidad correcta de floculante por cada litro de agua residual mediante pruebas de dosificación para lo cual se trabajó con 2 muestras semanales durante 2 meses, se preparó floculante a 20, 25 y 30% de concentración y las pruebas se realizó con volúmenes de 3, 5, 10 y 15 mL de floculante por cada litro de agua residual, y finalmente se realizó el análisis del agua tratada. Aplicando la optimización al sistema de tratamiento de efluentes y aplicando las pruebas de dosificación, se obtuvo que la dosis óptima de floculante es de 5 mL por 1 L de agua residual y el análisis del agua obtenida en esta prueba presentan valores de 0,036 mg/L de Sulfuros y 3,5 mg/L de Tensoactivos, logrando una disminución de 99,5% en sulfuro y 49,12 % en tensoactivos, Sulfuro con un valor de 0,036 mg/L siendo el límite permisible 1,0 mg/L está dentro de la Norma Ambiental Vigente y tensoactivos con un valor de 3,5 mg/L no está dentro de límite permisible 2,0 mg/L no está dentro de la Norma Ambiental Vigente.

Se concluye que la aplicación de la optimización en sistemas de tratamiento de aguas residuales, permite disminuir el impacto ambiental.

Se recomienda aplicar la optimización en el sistema de tratamiento de efluentes generado en la lavandería y tintorería de jeans “CORPOTEX” y en otras empresas dedicadas a la misma actividad para mejorar la calidad de agua residual y contribuir con el Ambiente.

SUMMARY

The treatment system optimization of effluents generated in the CORPOTEX Company, in the Tambo Central Sector, Pelileo, Tungurahua Province was conducted.

In order to make a diagnostic of its operating, TULAS rules were used, the dosage tests of collected water were composite type to the respective dosage test and analysis in the Water Laboratory at Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, materials such as: cups precipitation, pipettes, thermometer, flask, funnels, stirring rods, colorimeter, conductivity meter, pH meter, titration equipment, and stove were used. The correct amount of flocculant per liter of wastewater was determined by dosage tests with 2 weekly samples during 2 months, flocculants at 20, 25 and 30% concentration were prepared and the tests with volumes 3, 5, 10 and 15 mL of flocculant per liter of waste water were performed, and finally the treated water analysis was carried out.

By applying the optimization of the effluent treatment system and the dosage tests, it was obtained that the optimum dose of flocculant is 5 mL per 1 L of waste water and the water analysis in this test has vales of 0,036 mg/L sulfides and 3,5 mg/L of surfactants which decreases a 99,5% in sulfur and 49,12% in surfactants, sulfur with a value of 0,036 mg/L being the permissible range 1,0 mg/L is within the Current Environmental Standard and surfactants with a 3,5 mg/L value it is not within the permissible range 2,0 mg/L it is not within the Current Environmental Standard.

It is concluded that the application of optimization in the treatment system of waste water decreases the environmental impact.

It is recommended to apply the optimization in the treatment system of effluents generated in the laundry and dry cleaning jeans company “CORPOTEX” and other companies engaged in the same activity to improve the quality of wastewater and contribute to the environment.

INTRODUCCION

El Cantón San Pedro de Pelileo perteneciente a la provincia de Tungurahua se caracteriza por su importante desarrollo económico para el sector empresarial y comercial del país. Que se representa en la industria textil dedicada a la confección y lavado de Jeans. Con la creciente demanda de productos textiles, las aguas residuales que genera se han incrementado proporcionalmente, por lo que es hoy una de las principales fuentes de contaminación en el canto.

La empresa CORPOTEX ubicada en el sector Tambo Central del Cantón San Pedro de Pelileo, se dedica al lavado y tinturado de Jeans, dentro de sus actividades genera aguas residuales las cuales son conducidos al sistema de tratamiento de efluentes la misma que fue diseñada en el año 2010 para obtener una eficiencia de remoción de contaminantes del 90%, pero en la actualidad solo alcanza el 80% de remoción, como indica el informe del análisis de agua residual, en el cual dos parámetros se encuentran fuera del límite máximo permisible de los doce parámetros que se han tomado en cuenta en el protocolo de muestreo para una industria de lavado y tinturado de Jeans.

Con el interés de disminuir el impacto que genera al ambiente y cumplir la Normativa Ambiental Vigente se vio la necesidad de proponer la optimización del sistema de tratamiento de efluentes, obteniendo una descarga de agua residual con una calidad en la que los parámetros sujetos a control estén dentro de los límites máximos permisibles para la descarga a red de alcantarillado y por consiguiente un ahorro en el pago de multas de incumplimiento por parte del Ministerio de Ambiente y la Dirección de Gestión Ambiental del GAD Municipal de San Pedro de Pelileo.

ANTECEDENTES

De acuerdo al informe técnico de tratamiento de efluentes textiles con energía solar, elaborado por Tinoco Osca, comenta que en el primer informe de Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos del mundo, *Agua para todos, agua para la vida* (marzo 2003), indica que el 59% del consumo total de agua en los países desarrollados se destina a uso industrial, el 30% a consumo agrícola y un 11% a gasto doméstico. En 2025, el consumo de agua destinada a uso industrial alcanzará los 1,170 km³/año, cifra que en 1995 se situaba en 752 km³/año.

El sector industrial no solo es el que más gasta, también es el que más contamina.

La industria textil es una actividad común en la mayoría de países y la que requiere de mayor consumo de agua. Según la encuesta realizada por la AEQTT (Asociación Ecuatoriana de Químicos y Técnicos Textiles), se ha registrado un consumo promedio de agua de 0,24 m³/kilo de producto terminado, para el rubro de estamperías y tintorerías.

En el Cantón Pelileo existen 47 empresas que se dedican a esta actividad. De modo que la contaminación de los recursos naturales es el daño más evidente y dramático que se vive en la actualidad, ya que 90% de las empresas que cuentan con un sistema de tratamiento no cumplen en al menos 2 parámetros que exige la normativa ambiental vigente; Una de las empresas es “CORPOTEX” ubicada en el Barrio Tambo el Progreso, Parroquia la Matriz, Cantón San Pedro de Pelileo, se dedica al lavado y tinturado de jeans, utiliza como materia prima las prendas, agua, productos químicos y colorantes, la descarga de aguas residuales generadas en estos procesos contienen compuestos químicos: ácidos, bases, iones metálicos que modifican o alteran la calidad del agua. La empresa cuenta con un sistema de tratamiento de efluentes cuya función es disminuir la carga contaminante y mejorar la calidad del agua previa a la descarga al alcantarillado, para lo cual utilizan como floculante policloruro de aluminio. El sistema de tratamiento de la empresa está compuesta por: Desarenadores, Tanque de Homogenización, Sedimentadores, Tanque aireador, Tanques Floculadores, Equipos de dosificación y el área de tratamiento de lodos.

JUSTIFICACIÓN

En la actualidad la empresa “CORPOTEX” cuenta con su propio sistema de tratamiento para los efluentes generados en el proceso de lavado y tinturado de prendas de jeans, pero este sistema de tratamiento no logra que cumpla la Normativa Ambiental para descargar a la red de alcantarillado, debido a que presenta dos parámetros fuera del límite máximo permisible, lo que trae como consecuencia multas por parte del Ministerio de Ambiente y del GAD Municipal de San Pedro de Pelileo.

Este estudio tiene como finalidad mejorar la calidad del agua para la descarga a la red de alcantarillado. Mediante la optimización de su sistema de tratamiento de efluentes, de modo que todos los parámetros del agua estén dentro del límite máximo permisible que indica en la tabla 11 del anexo 1 del libro VI del TULAS. Para lo que se realizaron las medidas correctivas en lo que se respecta a la dosificación correcta del floculante, tiempos de residencia, tiempo de remoción de lodos e implementar un sistema de tratamiento acuático, logrando la reducción en mg/L de tensoactivos y sulfuros.

Por las razones antes mencionadas se justifica la realización del presente trabajo, que permite dar solución a la problemática existente.

OBJETIVOS

GENERAL

- Optimizar el Sistema de Tratamiento de Efluentes Generados en la Lavandería y Tintorería de Jeans “CORPOTEX”

ESPECIFICOS

- Diagnosticar el estado inicial del sistema de tratamiento de efluentes.
- Realizar la caracterización físico-química del efluente a la entrada y salida del sistema de tratamiento.
- Aplicar las medidas correctivas al sistema de tratamiento de efluentes actual para el cumplimiento de la normativa ambiental vigente.

CAPÍTULO I

Marco Teórico

CAPITULO I

1.1. AGUAS RESIDUALES

Las aguas residuales, son las que han perdido su calidad como resultado de su uso en diversas actividades. También se denominan vertidos. Se trata de aguas con un alto contenido en elementos contaminantes, que a su vez van a contaminar aquellos sistemas en los que son evacuadas. Estas aguas se pueden descontaminar por medio de tecnologías de tratamiento de bajo, medio y alto perfil según sea el caso, y de acuerdo al nivel de descontaminación logrado se puede pensar en el reúso de este recurso.

1.1.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES

La composición de las aguas residuales se analiza con diversas mediciones físicas, químicas y biológicas. Las mediciones más comunes incluyen la determinación del contenido en sólidos, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), la demanda química de oxígeno (DQO), y el pH. El valor de la DQO es siempre superior al de la DBO₅ porque muchas sustancias orgánicas pueden oxidarse químicamente, pero no biológicamente. La DBO₅ suele emplearse para comprobar la carga orgánica de las aguas residuales industriales biodegradables sin tratar y tratadas. El contenido típico en materia orgánica de estas aguas es un 50% de carbohidratos, un 40% de proteínas y un 10% de grasas y el pH puede variar de 6,5 a 8,0.¹

1.1.1.1. TIPOS DE CONTAMINACIÓN

Se clasifican según el factor ecológico que altere, aunque suele afectar a más de un factor. La contaminación del agua puede estar producida por:

¹ Sierra C., Calidad del agua –Evaluación y Diagnostico-, 1ra edición 2011, Ediciones de la U., Pp. 50,51

Compuestos minerales: pueden ser sustancias tóxicas como los metales pesados (plomo, mercurio, etc.), nitratos, nitritos. Otros elementos afectan a las propiedades organolépticas (olor, color y sabor) del agua que son el cobre, el hierro, etc. Otros producen el desarrollo de las algas y la eutrofización (disminución de la cantidad de O₂ disuelto en el agua) como el fósforo.

Compuestos orgánicos: (fenoles, hidrocarburos, detergentes, etc.) Producen también eutrofización del agua debido a una disminución de la concentración de oxígeno, ya que permite el desarrollo de los seres vivos y éstos consumen O₂.

Contaminación microbiológica: se produce principalmente por la presencia de fenoles, bacterias, virus, protozoos, algas unicelulares.

Contaminación térmica: provoca una disminución de la solubilidad del oxígeno en el agua.²

1.1.2. USOS INDUSTRIALES DEL AGUA

Las aplicaciones del agua a nivel industrial son variadas y dependen de la industria a la cual se haga referencias, así por ejemplo, el agua puede utilizarse en procesos de generación de vapor, enfriamiento, transporte, lavado, calentamiento, etc.

² Tipos De Contaminación Del Agua, http://members.tripod.com/mexico_h20.mx/page6.html 2013-09-25

1.1.2.1. TRANSFERENCIA DE CALOR

El agua es utilizada en el proceso de calentamiento o enfriamiento a nivel industrial para aprovechar la gran capacidad calorífica de este fluido. Para el proceso de calentamiento se usa el agua en estado de vapor, que es generado mediante calderas y fluye a altas velocidades y presiones a través de los recipientes donde se da la transferencia de calor entre el fluido caliente y el fluido frío. En los procesos de enfriamiento el agua fluye en forma líquida para absorber calor procedente de los fluidos calientes con lo que intercambia calor.

1.1.2.2. GENERACIÓN DE ENERGÍA

Una de las formas de generar energía a partir del agua es el uso de mecanismos como ruedas hidráulicas que aprovechan al movimiento natural del agua en la superficie de cuerpos de aguas como ríos, mares, etc. Que permiten mover dichos mecanismos y a través de su movimiento aprovechar la energía producida.

1.1.2.3. TRANSPORTE

Las corrientes naturales de agua pueden arrastrar sólidos en suspensión, las aguas que fluyen en el interior de las tuberías de una industria pueden cumplir con una acción similar llevando materiales de una zona a otra según sean los requerimientos. Por ejemplo en las industrias de alimentos, plantas de enlatados, ingenios azucareros, etc.; También es utilizado en el caso de los procesos de destilación por arrastre de vapor en que las burbujas de vapor de un recipiente producen una mezcla de vapor con el líquido orgánico que contenga dicho recipiente, como en el caso de la industria de los hidrocarburos.

1.1.2.4. LAVADO

El uso de agua resulta un método adecuado y económico en el caso del lavado de los equipos en una industria, ya que al lavar un equipo permite precautelar la integridad de los equipos de proceso, la seguridad de los trabajadores y evita la contaminación de los productos.

Se conocen tres tipos de métodos de lavado, lavado por dilución como en el caso de la industria galvanoplástica en la que los objetos se sumergen en tanques de diferentes soluciones pasando por enjuagues intermedios para evitar la contaminación de los demás tanques, lavado por desplazamiento como en el caso de la industria del papel en la que se elimina el licor residual de la pulpa cruda y lavado por extracción como en el caso de la industria petrolera para reducir el contenido de sales disueltas en el crudo que favorecen la corrosión.³

El agua también es utilizada en la industria textil, en los procesos de pre-tratamiento para preparar el material textil para subsecuentes procesos tales como: blanqueo y teñido. Los procesos de limpieza, extracción y blanqueo remueven materiales desconocidos de las fibras (por ej. los aprestos empleados en el tejido), de tal manera que los grupos reactivos de las fibras, previamente bloqueados por las impurezas, son expuestos y el tejido en crudo es mejorado para el siguiente proceso.

1.1.2.4.1. PROCEDIMIENTO DE LAVADO Y TINTURADO DE JEANS

Las empresas realizan diferentes procesos de lavado y tinturado al jeans, de acuerdo con la preferencia del cliente, a continuación los procesos más utilizados:

³ USOS Industriales Del Agua,

<http://www.aguamarket.com/diccionario/terminos.asp?Id=3051&termino=Usos+del+agua+en+las+industrias>

2013-09-26

- Stone 1 1/2
- Stone 2 1/2.
- Proceso de Esponjado y Samblas.
- Proceso de Colores Sucios.
- Proceso de Cubanos.
- Proceso de Froster.

Proceso de stone 1 1/2

Antes de empezar cualquier proceso de producción todas las paradas de prendas jeans son sometidas al pesaje de las mismas, de esta manera se programa la cantidad de agua, porcentajes y cantidades de auxiliares textiles a utilizar como de colorantes y productos químicos a utilizarse en cada una de las paradas establecidas.

Descripción del Proceso.- Dentro de este proceso intervienen las siguientes procesos unitarios:

- Desgomado.- proceso unitario que tiene como fin la eliminación de la goma de yuca, pectinas, grasas, del algodón (tela jeans), para esto se utiliza como materias primas: agua, desengomante (poliacrilamina), ácido acético para regular las condiciones de trabajo y la enzima alfa amilasa, esta operación unitaria se realiza a 50°C por 10 minutos.
- Stoneado.- Cuyo propósito es dar los respectivos contrastes a la prenda jeans, para este se utiliza como materia prima: prendas jeans, agua, ácido acético para regular el pH de la Proceso Unitario, Enzima Celulósica, esta operación se realiza a 60°C por 40 minutos.

- **Brillo.-** Proceso en el que se utiliza productos químicos como Hidróxido de sodio, Suavizante, Detergente, y Brillo Neutro, se realiza a 50°C por 15 minutos.⁴

Como resultado del proceso de lavado y tinturado se tiene agua residual con: DQO, DBO, Solidos Suspendidos, Aceites y grasa, alta temperatura, tensoactivos, fenoles, sulfuros.

1.2. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

1.2.1. TRATAMIENTO PRIMARIO

El tratamiento primario es una separación de elementos solidos que contiene el agua. Esta separación se define, como fenómeno físico, en fórmula adecuada matemática que refleje el fenómeno real, siendo preciso basarse en experiencias. Sobre este punto, interesa destacar que las condiciones que se establecen son fijas y prácticamente son condiciones hidráulicas. Los parámetros de diseño se refiere a un tiempo de retención, y a una velocidad del líquido en el deposito lo más constante posible, debiéndose impedir las variaciones de caudal. La decantación primaria se diseña con 2 objetivos: uno, con base al máximo rendimiento, y otro consiste en obtener un rendimiento suficiente para el adecuado funcionamiento en la segunda fase. Ambos son totalmente válidos, pero, una vez determinada la alternativa, son condiciones fijas las de las aguas que pasan al tratamiento secundario.

1.2.1.1. TRATAMIENTO PREVIO Y PRIMARIO

- **Cámara de distribución:** Recibe el caudal de aguas residual transportado hasta allí por el colector emisario.
- **Rejillas:** Retiran los sólidos gruesos que son ubicados en recipientes para su incineración, o transporte a vertedero.

⁴ PICO F., Proceso de lavado y tinturado de jeans, CORPOTEX 2013

- **Bombas:** Equipo constituido por bombas que elevan el agua residual desde un tanque hacia otro para permitir que fluya por gravedad a través del sistema de tratamiento. (no siempre son necesarias.)
- **Desarenadores:** Los sedimentos retenidos en los desarenadores son recogidos, lavados y acarreados para su posterior incineración o transporte al vertedero.
- **Medidor de caudal:** Es útil para el cálculo de las cargas contaminantes eliminadas, tiempos de retención, consumo de reactivos y suministra además una base para el informe sobre costos de tratamiento.
- **Tanques de mezcla:** Estos tanques cumplen una doble función, homogenizar las aguas, y la regulan, en segundo lugar se puede incorporar aire con las aguas residuales para mantenerlas frescas. (No son normalmente necesario.)
- **Tanques primarios de sedimentación y sobrenadantes:** En estos tanques se retiene hasta el 60% de los sólidos sedimentados. Los sólidos sedimentados son barridos mecánicamente hasta una tolva desde la cual son extraídos.
El material floculante es recogido y luego bombeado para ser deshidratado y transportado al relleno sanitario.⁵

1.2.2. TRATAMIENTO SECUNDARIO

El tratamiento secundario tiene en principio dos posibles alternativas, dentro de los procesos convencionales. La diferencia fundamental es la elección del tratamiento químico o biológico. Los resultados de ambos son muy similares en cuanto a los efectos, pero su mecanismo funcional es distinto. En el tratamiento químico, precisamos la introducción de cantidades importantes de reactivos, necesitamos unos sistemas de dosificación adecuada, necesitamos unos equipos de personal preparados, que periódicamente, o casi de forma continua, tiene que estar modificando las dosificaciones para un correcto rendimiento. En el proceso biológico, la formación de flóculos, con peso suficiente para poder separarse de la

⁵Romero J., Calidad del agua, 3ra edición, Escuela Colombiana de Ingenieros., Pp. 69-74,112, 135,146, 156,158, 305.

masa de agua, se logra gracias a la acción enzimática y metabólica de los microorganismos, que se encuentran en el agua residual.⁶

1.2.2.1. COAGULACIÓN Y FLOCULACIÓN

En el tratamiento de aguas residuales, la concentración de materia en suspensión es tal, que puede conseguirse una floculación mediante simple agitación. Con la finalidad de favorecer la eliminación de la contaminación coloidal, se puede utilizar un coagulante. Las aguas industriales presentan composiciones muy variables, según la industria considerada.

La floculación no es más que la aglomeración de las partículas en suspensión para formar flóculos de mayor tamaño que precipiten más rápido en el tanque sedimentador.

Generalmente las aguas blandas tienen mejor coagulación cuando el pH se encuentra entre 5.8 y 6.4, las aguas duras coagulan mejor a pH entre 6.8 a 7.8, mientras que las aguas que contienen una concentración de color alta, es decir mayor a 30ppm tienen mejor coagulación a pH entre 5.0 y 6.0.⁷

1.2.2.1.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS COAGULANTES

Los coagulantes deberán tener las siguientes características:

- Carga opuesta al coloide con objeto de que, al agregar a la solución coloidal cargas opuestas, las fuerzas electrostáticas puedan ser neutralizadas, punto isoeléctrico o potencial Z nulo.

⁶ Hernández A., Depuración de aguas residuales, 3ra edición revisada y ampliada 1994, PARANINFO. S.A. Pp. 192-193, 221-225, 408-415.

⁷ Babbitt H., Alcantarillado y tratamiento de aguas negras, edición en Junio 1971, Continental S.A. Pp. 533-536.

- Han de ser lo más “fuertes” en valencia, para que la ruptura de la estabilidad sea lo más rápida posible, y han de ser productos no muy costosos en el mercado.
- Tienen que ser muy pesados, para que los flóculos formados puedan separarse lo más rápido posible, por precipitación.

Los coloides presentes en los efluentes residuales domésticos y vertidos industriales son principalmente hidrófilos, o sea, caracterizados por tener gran afinidad con el agua y mucho más resistencia a la coagulación que los coloides hidrófobos.

1.2.2.1.2. PRINCIPALES PRODUCTOS COAGULANTES

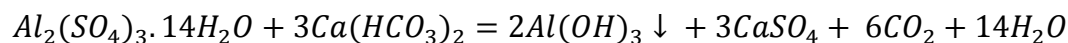
Se distingue en dos grandes grupos: Inorgánicos y orgánicos, y dentro de los últimos, los de origen natural y los sintéticos.

1.2.2.1.2.1. COAGULANTES INORGANICOS

1.2.2.1.2.1.1. SULFATO DE ALUMINIO

Sulfato de aluminio hidratado. Da lugar a las reacciones siguientes, según el coadyuvante agregado al agua para variar la alcalinidad:

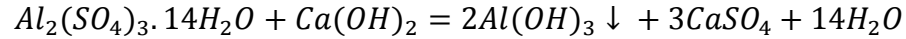
- **Con la alcalinidad natural:**



Dosis de 15 a 200 g/m³ según la turbiedad del agua.

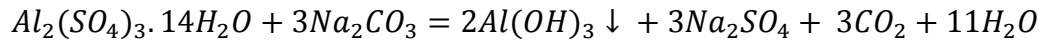
Rango de pH para la coagulación optima: 5-7.5 (optimo 6-6.5)

- **Con Cal:**



Dosis de cal, un tercio de la dosis de sulfato de alúmina.

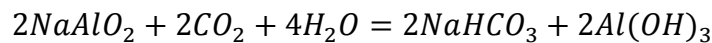
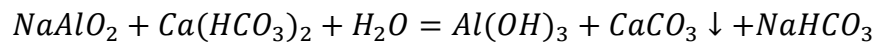
- **Con carbonato de sodio:**



Dosis de carbonato de sodio, entre el 50 y el 100% de la dosis de sulfato de alúmina.

1.2.2.1.2.1.2. ALUMINATO SÓDICO

- **Con alcalinidad natural:**

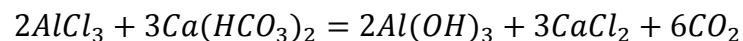


Dosis 5 a 90 g/m³, según turbiedad, de reactivo comercial al 50% de Al_2O_3

También se suele utilizar con sulfatos de alúmina y con cloruro férrico, incluso con cloruro magnésico.

1.2.2.1.2.1.3. CLORURO DE ALUMINIO

Es de empleo excepcional.



Dosis de 12 a 40 g/m³ de $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ según turbiedad de agua.

La dosis adecuada en cada caso se determinan mediante ensayos: Jar-test, electrofóresis o zetámetro.⁸

⁸Hernández A., Depuración de aguas residuales, 3ra edición revisada y ampliada 1994, PARANINFO. S.A. Pp. 192-193, 221-225, 408-415.

1.2.2.1.2.1.4. POLICLORURO DE ALUMINIO (PAC)

El policloruro de aluminio, o PAC, es un nuevo tipo de floculante de polímero inorgánico altamente eficiente, es un material hidrolizado entre AlCl_3 y $\text{Al}(\text{OH})_3$, y es una polimerización formada a través de la reticulación del hidroxilo. La fórmula es: $[\text{Al}_2(\text{OH})_5\text{Cl}11.23\text{H}_2\text{O}]$.

El PAC es soluble en el agua, cuenta con una fuerte capacidad de adsorción de la reticulación. Durante el proceso de hidrólisis, está acompañado por una serie de cambios físicos y químicos como la electroquímica, la condensación, la adsorción, la precipitación y etc. Los productos se utilizan principalmente en la purificación del agua potable y el tratamiento de aguas residuales industriales, tales como los materiales radiactivos, los materiales altamente tóxicos como los materiales pesados que contienen el plomo (Pb^{++}), el cromo (Cr^{+++}) y las aguas residuales que contienen el flúor (F). Además, el PAC también tiene una amplia gama de usos en términos de fundición de precisión, la fabricación de papel, la fabricación de cuero, etc.

Al tratar con agua potable, si es líquido generalmente se añade la cantidad de PAC de 5-30g/m³, si es sólido se añade la cantidad de PAC de 1-15g/m³. Al hacer el tratamiento de aguas residuales domésticas y aguas residuales industriales, si es líquido se añade la cantidad de 20-100g/m³, si es sólido se añade la dosificación de 10-50g/m³. Al utilizarlo, deben respetar los indicadores como COD, PH, SS y etc., además mediante las pruebas para determinar la dosificación apropiada que se debe utilizar.⁹

⁹ Características del Policloruro de Aluminio, <http://www.zbdzchem.com/Poly-Aluminium-Chloride.html> 2013-10-22

1.2.2.1.2.2. COAGULANTES ORGÁNICOS

1.2.2.1.2.2.1. POLIELECTROLITOS NATURALES

Incluyen polímeros de origen biológico y los derivados del almidón, de la celulosa y alginatos. Es mejor considerarlos como coadyuvantes y no como coagulantes. Ya que su misión es ayudar a la floculación que a la coagulación.

1.2.2.1.2.2.2. POLIELECTROLITOS SINTÉTICOS

Este tipo de coagulantes han permitido alcanzar resultados notables, pero su empleo se encuentra limitado por consideraciones sanitarias, concretamente en estudios realizados sobre algunos de ellos se han detectado efectos cancerígenos.¹⁰

1.2.2.2. TRATAMIENTO ACUÁTICO

Es un sistema en el cual se aplica aguas residuales sobre terrenos húmedos naturales o artificiales con el propósito de remover sus contaminantes. La mayor parte de los sistemas de tratamiento acuático están constituidos por marjales, pantanos ciénagas, turberas y una o más lagunas de poca profundidad, en las cuales una o más especies de plantas acuáticas (como la espadaña, lentejas de agua, los juncos, la vellorita o primavera y el Jacinto de agua) crecen y se desarrollan.

La vegetación acuática puede mejorar la calidad del agua y servir para estabilizar riberas de ríos, lagos y para mejorar la estética ambiental.

¹⁰ Hernández A., Depuración de aguas residuales, 3ra edición revisada y ampliada 1994, PARANINFO. S.A. Pp. 192-193, 221-225, 408-415.

Un sistema de tratamiento acuático se puede visualizar como un filtro percolador de tasa baja, de flujo horizontal con sedimentación propia, en el cual las plantas reemplazan la piedra o el medio sintético como estructura de soporte del crecimiento bacterial.

1.2.2.2.1. TRATAMIENTO CON JACINTOS

Este tratamiento sea empleado para aguas residuales crudas, así como para efluentes primarios y secundarios; con todo, el método más utilizado ha sido el de lagunas de estabilización combinadas con lagunas de jacintos. El tratamiento con jacintos, en fase activa de crecimiento, permite remover metales pesados, nutrientes, pesticidas y otros contaminantes orgánicos.

En las lagunas de jacintos se controla, también, el crecimiento de algas, debido al efecto físico de impedir la penetración de la luz solar y a la remoción de nutrientes.

Para asegurar una eficiencia adecuada se debe proveer una profundidad apropiada de penetración de las raíces de la planta que asegure un contacto completo del agua residual con el Jacinto. Una laguna de jacintos que trate un efluente secundario permite obtener concentraciones de $DBO < 10 \text{ mg/L}$; $SS < 10 \text{ mg/L}$; $NTK < 5 \text{ mg/L}$ y $P < 5 \text{ mg/L}$.

Para mantener el Jacinto en fase activa de crecimiento es necesario cosechar la planta frecuentemente. Además, si existe acumulación de lodo, la laguna debe drenarse y limpiarse a menudo; esto depende de las características del afluente y de la tasa de crecimiento de la planta.

La disposición del Jacinto cosechado constituye una de las limitaciones del proceso. La planta cosechada puede someterse a digestión anaerobia para producir metano; a compostaje para disposición posterior sobre el suelo; secado al aire y disposición en un relleno sanitario; a incineración, o puede regarse y ararse para mejoramiento del suelo.¹¹

¹¹Romero J., Tratamiento de aguas residuales-Teoría y Principios de Diseño, 2da edición, Escuela Colombiana de Ingenieros., Pp. 883, 890.

1.3. DISEÑO

1.3.1. OPTIMIZACIÓN

La optimización en un sistema de tratamiento de efluentes es la implementación de medidas de eficiencia, ya que con la optimización existe una regulación al máximo de materia prima, energía, todo tipo de insumos de buena calidad y al menor costo.

Para un proceso de optimización en un sistema de tratamiento de efluentes es de mucha importancia realizar un diagnóstico para verificar la efectividad del funcionamiento de la misma.

Puntos importantes en el proceso de optimización

- Canales de transporte.
- Puntos de muestreo
- Volúmenes en todos los tanques
- Caudales existentes
- Estado de dispositivos utilizados en proceso de tratamiento
- Estado de todos los tanques.
- Coagulante utilizado en el tratamiento.

1.3.2. RENDIMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

El rendimiento de un sistema de tratamiento de efluentes, es la reducción porcentual de los valores de los parámetros que están ocasionando problemas, en este caso son Tensoactivos y sulfuros; Para determinar dicha reducción, se establece una relación entre la cantidad de

contaminante en el agua que ingresa al sistema y la correspondiente cantidad de contaminante en el flujo de salida del sistema de tratamiento.

Por tanto la ecuación es:

$$\eta = \frac{F1-F2}{F1} * 100 \quad \text{Ec. 1}$$

Dónde:

η : Rendimiento del sistema (%)

F1: Carga que ingresa al sistema (mg/L)

F2: Carga que sale del sistema (mg/L)

El rendimiento en el sistema de tratamiento nos permite saber la capacidad de remoción de cantidad de contaminante se obtiene luego que el agua transite por el mismo.

1.3.3. VOLUMEN

Es el espacio que ocupa un líquido en cuanto a ancho, alto y largo con respecto a cualquier recipiente.

$$V = a * l * h \quad \text{Ec. 2}$$

Dónde:

V= volumen tanque (m³)

l= largo (m)

a= ancho (m)

h= alto (m)

Mediante este cálculo se puede saber la capacidad de agua que abarca el sistema de tratamiento.

1.3.4. TIEMPO DE RETENCIÓN

Nos permite saber el tiempo en el que un líquido se encuentra en reposo hasta que una fuerza externa le ponga en movimiento.

La ecuación es la siguiente:

$$t_r = \frac{V_{total}}{Q_E} \quad \text{Ec. 3}$$

Dónde:

Q = caudal de entrada (L/h)

V total= Volumen total de los tanques (L)

t_r = Tiempo de retención (h)

Este cálculo nos permite conocer el tiempo que tiene la mezcla agua- floculante para la sedimentación de sólidos en el proceso de tratamiento.

1.3.5. CAUDAL

Se considera como la cantidad de líquido que se transporta en un tiempo determinado por acción de un equipo (bomba) o por efecto de la gravedad.

El cálculo se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{BC1} = \frac{V_{CPAC}}{t} \quad \text{Ec. 4}$$

Dónde:

Q_{BC1} = caudal de la bomba de dosificación (L/h)

V_{CPAC} = Volumen de Floculante policloruro de aluminio (L)

t = Tiempo (h)

El caudal en el sistema de tratamiento nos ayuda a saber la cantidad de floculante PAC que se está dosificando en el agua a tratar mediante las bombas en un determinado tiempo.

1.3.6. CONCENTRACIÓN DE FLOCULANTE PAC MASA-VOLUMEN (% m/V)

La concentración se obtiene mediante la relación entre la cantidad de soluto y la cantidad de disolvente, en este caso el soluto es el floculante policloruro de aluminio que es la sustancia que se disuelve, el disolvente es el agua que disuelve al soluto, y la disolución es el resultado de la mezcla homogénea de las dos anteriores.

Se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$C_{PAC} = \frac{P_{PAC}}{V_a} \quad \text{Ec. 5}$$

Dónde:

C_{PAC} = Concentración de floculante policloruro de aluminio (g / L)

P_{PAC} = Peso de floculante policloruro de aluminio (g)

V_a = Volumen de agua (L)

Nos ayuda a determinar la concentración a la que se debe preparar el floculante.

1.3.7. FACTOR DE SEGURIDAD

Mediante el factor de seguridad del 15% nos permite determinar la altura que debe tener un tanque para evitar desborde.

$$X = h * 1,15 \quad \text{Ec. 6}$$

Dónde:

h= profundidad del tanque (m)

Este cálculo lo realizamos para evitar desborde en el tanque de aireación y sedimentador 1.

CAPÍTULO II

Parte Experimental

CAPITULO II

2.1. MUESTREO

El presente estudio se realizó en el Sistema de Tratamiento de Efluentes generados en la Lavandería y Tintorería de Jeans “CORPOTEX” localizada en el Cantón Pelileo, Provincia de Tungurahua, la misma que realiza varios procesos de lavado y tinturado por lo que utiliza diferentes productos químicos por proceso.

Para el diagnóstico inicial del sistema de tratamiento de agua se hicieron determinaciones *in situ* de parámetros como, caudal, temperatura, pH, conductividad, dichos valores se determinaron cada 30 minutos desde las 9:00 hasta las 19:00; así con los datos recolectados se pudo establecer las horas adecuadas para la toma de muestra respectiva, es decir realizar un plan de muestreo, en el que se toma en cuenta como parámetro más importante a la conductividad por ser un buen indicador de la contaminación.

2.2. METODOLOGÍA

2.2.1. PLAN DE MUESTREO

Las muestras de agua para realizar los análisis y pruebas de dosificación fueron de tipo compuestas con la variabilidad que existe en la calidad del agua que ingresa y sale del sistema de tratamiento, las mismas que son una mezcla de varias muestra instantáneas de 100 mL cada 15 minutos recolectadas en el mismo punto de muestreo, la muestra se obtuvo sin tener en cuenta el caudal en el momento de la toma.

Para determinar la cantidad correcta de floculante que se debe dosificar al agua residual se realizó pruebas de dosificación; se trabajó con 2 muestras semanales de agua residual

durante 2 meses. Las muestras fueron trasladadas rápidamente al Laboratorio de Análisis Técnicos de la Facultad de Ciencias- ESPOCH.

TABLA 1 Plan de Muestreo

Punto de muestreo	Volumen de muestra (L)	Tipo de muestra	Número de muestras	Utilización
Ingreso al Sistema de Tratamiento	2	Compuesta	1	Análisis
Salida del Sistema de Tratamiento	2	Compuesta	1	Análisis
Tanque de homogenización	2	Compuesta	16	Pruebas de dosificación

Fuente: Patricia Zurita, CORPOTEX, 2014

Las muestras para realizar el análisis químico fueron recolectadas en botellas de polietileno ya que es un material inerte, uno para cada punto en que se tome la muestra tomando en cuenta consideraciones como:

- Antes de llenar el envase con una determinada muestra este debe enjuagarse tres veces con la misma muestra.
- Las muestras se tomaron directamente de la fuente.
- Etiquetar cada muestra que se recolecta, indicando en el formato el nombre y el número en cada frasco que la contenga para evitar confusiones en el análisis.

Los análisis de las muestras de agua de la entrada y la salida del sistema de tratamiento fueron realizados en el Laboratorio de Análisis Técnicos de la Facultad de Ciencias- ESPOCH. Y LABCESTTA.

PRUEBAS DE DOSIFICACIÓN

Las pruebas de dosificación son un sistema de simulación del proceso de coagulación-floculación consiste en simular en vasos de precipitado el proceso que se produce en la planta de tratamiento y evaluar distintos parámetros durante y/o al final de los ensayos para caracterizar su funcionamiento.

DETERMINACIÓN DE DOSIS ÓPTIMA MEDIANTE EVALUACIÓN DE:

Este ensayo tiene como objetivo poder determinar la dosis de floculante que produce la desestabilidad más rápida de las partículas coloidales en el sistema, se utilizaron 4 vasos de precipitado de 1000mL, una varilla de agitación y floculante policloruro de aluminio que utiliza la empresa y de otra casa comercial.

Se realizaron 32 pruebas de dosificación en las que se realizó el siguiente procedimiento.

- Se determinó: el color, el pH, conductividad y TDS en el agua cruda.
- Se colocó en los vasos de precipitado el agua cruda y se añadió floculante a cada uno de ellos en dosis progresivas, utilizando pipeta de 5 y 10 ml dependiendo la cantidad de floculante a utilizar y agitar durante 1 minuto para garantizar una buena mezcla.
- Se suspende la agitación y se deja sedimentar el agua durante 15 a 20 min.
- Al finalizar este tiempo se extrajeron aproximadamente 50 ml de muestra de cada uno de los vasos de precipitación eliminando los primeros 5 ml, y se determinó: color, pH, TDS y conductividad.
- Se tomó como dosis óptima la del vaso que da como resultado el menor valor de color, TDS y que tenga un pH entre 5-9; aunque los criterios del tiempo de formación de floc sirven para confirmar la elección.

Los datos obtenidos durante la ejecución del estudio, se reportan en cuadros en los cuales se especifica la fuente, propiedades medidas, límites permisibles según la norma de tal manera que se pueda realizar un análisis comparativo entre los datos recolectados y los estándares

de la norma determinando de esta manera el estado actual de la planta y posteriormente los cálculos para la optimización de la misma.

2.2.2. MÉTODOS Y TÉCNICAS

2.2.2.1. MÉTODOS

Se aplicó el MÉTODO DEDUCTIVO puesto que se realizó un estudio meticuloso del floculante que utilizan en las plantas de tratamiento de aguas residuales para conocer su funcionamiento y el adecuado para tratar el agua generada en una lavandería y tintorería de jeans, se buscó otra casa comercial que provea del mismo floculante (Policloruro de aluminio) que utilizaba la empresa pero de menor costo, posteriormente mediante pruebas de dosificación utilizando policloruro de aluminio de las dos casas comerciales a diferentes concentración se evaluó los resultados obtenidos y finalmente se determinó la dosificación optima de floculante por litro de agua a tratar.

También se empleó el MÉTODO INDUCTIVO ya se inició con un análisis de agua que presentaba dos parámetros fuera de norma, se realizó el diagnósticos inicial del sistema de tratamiento obteniendo datos de los volúmenes, caudales; y poder realizar cálculos basados en tiempos de retención, rendimiento, concentraciones de floculante, regulación de dosificación de floculante por litro de agua y así poder llegar a la optimización del sistema de tratamiento de efluentes generados en la lavandería y tintorería de jeans “CORPOTEX”

2.2.2.2. TÉCNICAS

TABLA 2 Técnica para determinar Conductividad

FUNDAMENTO	MATERIALES Y EQUIPOS	REACTIVO	PROCEDIMIENTO	CALCULO
<p>La conductividad es una medida de la capacidad del agua para conducir corriente directamente relacionada con la concentración de sustancias ionizadas en el agua</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Vaso de 250 mL ➤ Conductímetro 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Agua destilada ➤ Muestra de agua problema 	<p>Colocar el 100 mL de muestra problema en un vaso de precipitación, introducir los electrodos del conductímetro cuidadosamente y por ultimo anotar el valor de la lectura.</p> <p>Si la conductividad de la muestra es más alta de 20000 micromhos por centímetro la dilución es necesaria.</p> <p>Enjuagar electrodo con agua desmineralizada o destilada.</p>	<p>Lectura directa en microsiemens</p>

Fuente: Métodos Normalizados. APHA 2510-B

TABLA 3 Técnica para determinar potencial hidrogeno pH

FUNDAMENTO	MATERIALES Y EQUIPOS	REACTIVO	PROCEDIMIENTO	CALCULO
Denotado como pH, en una solución indica su acidez o alcalinidad, su valor varia en un rango de 1-14, mayor a 7 es alcalino, menor a 7 es ácido y el 7 indica que no es ni acido ni alcalino (neutro)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Vaso de 250 mL ➤ pH-Metro 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Agua destilada ➤ Muestra de agua problema 	Colocar el 100 mL de muestra problema en un vaso de precipitación, introducir los electrodos del pH-Metro cuidadosamente y por ultimo anotar el valor de la lectura	Lectura directa

Fuente: Métodos Normalizados. APHA 4500-B

TABLA 4 Técnica para determinar Solidos Totales

FUNDAMENTO	MATERIALES Y EQUIPOS	REACTIVO	PROCEDIMIENTO	CALCULO
Toda sustancia o material contenida en una muestra de agua excluyendo el agua misma	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Caja Petri ➤ Baño maría ➤ Vaso de 250 mL ➤ Varilla de agitación ➤ Estufa ➤ Cronometro ➤ Secador 	Ninguno	Colocar 25 mL de muestra en una caja Petri (P_{CP}) previamente tarada, someter a bañomaría a sequedad, introducir a estufa, colocar en secador por 15 min y pesar (P_{SP})	$P_{ST} = (P_{SP} - P_{CP}) * 40000$

Fuente: Métodos Normalizados.APHA 2540-A

TABLA 5 Técnica para determinar Demanda Química de Oxígeno

FUNDAMENTO	MATERIALES Y EQUIPOS	REACTIVO	PROCEDIMIENTO	CALCULO
Es la cantidad de oxígeno consumido en la oxidación química de la materia orgánica existente en una muestra de agua.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Erlenmeyer de 250 mL ➤ Aparatos de reflujo ➤ Blender. ➤ Pipetas 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Agua destilada ➤ Muestra de agua problema ➤ Bicromato de potasio estándar ➤ Ferroína ➤ Ácido sulfámico 	<p>En una muestra diluida a 50,00 mL añadir 1 g HgSO₄, varias perlas de vidrio y 5,0 mL de reactivo de ácido sulfúrico, con mezcla para disolver HgSO₄. Enfriar durante la mezcla. Añadir 25,00 mL de solución 0.04167M K₂Cr₂O₇ y mezclar. Adjunte matraz para condensador y abra el agua de refrigeración. Añadir reactivo de ácido sulfúrico restante (70 mL) a través del extremo abierto del condensador. Continuar remolinos y mezcla al tiempo que añade reactivo de ácido sulfúrico.</p> <p>Dejar el reflujo durante 2 h, dejar enfriar, desconectar el condensador de reflujo y diluir mezcla a aproximadamente el doble de su volumen con agua destilada. Enfriar a temperatura ambiente y se valora el exceso de K₂Cr₂O₇ con FAS, utilizando 0,10 a 0,15 mL (2 a 3 gotas) indicador de Ferroína.</p>	<p>$DQO, mg/L$</p> $= \frac{(A_A - B_B)N * 8000}{mL\ muestra}$ <p>$- d_d$</p>

Fuente: Métodos Normalizados. APHA 5220-C

TABLA6Técnica para determinar Demanda Bioquímica de Oxígeno

FUNDAMENTO	MATERIALES Y EQUIPOS	REACTIVO	PROCEDIMIENTO	CALCULO
Representa una medida indirecta de la concentración de materia orgánica e inorgánica degradable transformable biológicamente	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Erlenmeyer de 250 mL ➤ Botellas de incubación ➤ incubadora. ➤ Termostato 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Solución de cloruro férrico ➤ Solución de glucosa – ácido glutámico ➤ Solución tampón de sulfato ➤ Solución de sulfito de sodio ➤ Solución de cloruro de calcio 	<p>Preparar una dilución de agua según el volumen deseado en una botella conveniente y añadir 1 mL cada uno de tampón de fosfato, (MgSO₄, CaCl₂ y FeCl₃) oxigenar revolviendo y no almacene agua de dilución preparada por más de 24 h después de la adición de nutrientes, minerales, y tampón a menos que controles con agua de dilución.</p> <p>Seguido añadir 1 mL de MgS₂, de FeCl₃, de CaCl₂ y 2 mL de solución buffer, aforar con agua aireada y homogenizar la solución.</p> <p>Separar en dos botellas de incubación las soluciones que se tienen hasta el momento, una de las botellas se debe tapar y poner en lugar con total oscuridad. En la otra botella poner 1 mL de MnSO₄ y 1 mL de reactivo 2-cloro-6-(triclorometilo) piridina., tapar y dejar que repose para titular con Na₂S₂O₃</p>	$DBO \text{ mg/L} = \frac{D_1 - D_2}{P_p}$ <p>D₁= OD de muestra después de preparación</p> <p>D₂= OD de muestra diluida después de 5 días</p> <p>P_p= alícuota de muestra usada en análisis</p>

Fuente: Métodos Normalizados. APHA 5210-B

TABLA 7 Técnica para determinar Tensoactivos

FUNDAMENTO	MATERIALES Y EQUIPOS	REACTIVO	PROCEDIMIENTO	CALCULO
Compuestos orgánicos que reducen la tensión de la superficie del agua, por lo que se incorporan a los productos limpiadores	Embudos de decantación Espectrofotómetro	Solución Stock LAS LASsolución estándar Solución indicadora de fenoltaleína, alcohólico. El hidróxido de sodio, NaOH, 1N. El ácido sulfúrico, H ₂ SO ₄ , 1N y 6N. El cloroformo, CHCl ₃ Reactivo azul de metileno El metanol, CH ₃ OH. El peróxido de hidrógeno, H ₂ O ₂ , 30%. La lana de vidrio: Pre-extracto con CHCl ₃ para eliminar interferencias. Agua, grado reactivo, MBAS libre.	Preparar la curva de calibración inicial que consiste en cinco estándares mínimos, preparar una serie de embudos de separación para un reactivo de normas en blanco y seleccionados. Poner en los embudos la solución estándar LAS, agregar suficiente agua para llevar el volumen total de 100 mL en cada embudo de separación Tratar a cada estándar como se describe: Combine todos los extractos de CHCl ₃ en el segundo embudo de separación. Añadir 50 mL de solución de lavado y agitar vigorosamente durante 30 s. Las emulsiones no se forman en esta etapa. Deje que se asiente, remolino, luego, extraiga la capa de CHCl ₃ a través de un embudo que contiene un tapón de lana de vidrio en un matraz aforado de 100 mL; filtrado debe ser claro. Extraer la solución de lavado dos veces con 10 mL de CHCl ₃ todos y añadir al matraz a través de la lana de vidrio. Enjuague la lana de vidrio y el embudo con CHCl ₃ . Juntar los lavajes en matraz aforado, enrasar con CHCl ₃ , y mezclar bien. Trazar una curva de calibración de absorbancia vs microgramos de LAS tomado, especificando el peso molecular de LAS utilizado. Tamaño de la muestra: Para el análisis directo de aguas y aguas residuales, seleccione un volumen de muestra sobre la base de la concentración esperada de MBAS.	$mg\ MBAS/L$ $= \frac{ug\ LAS\ aparente}{mL\ muestra\ original}$

Fuente: Métodos Normalizados. APHA 5540-C

TABLA 8 Técnica para determinar Sulfuro

FUNDAMENO	MATERIALES Y EQUIPOS	REACTIVO	PROCEDIMIENTO	CALCULO
La combinación del azufre con un metal derivado del ácido sulfhídrico su olor característico es a huevo podrido y es toxico	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pipetas de 5mL ➤ Vaso de 100 mL ➤ Equipo para titula ➤ Varilla de Agitación 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ solución patrón de yodo ➤ tiosulfato de sodio(0,025N) ➤ cloruro de hidrogeno (6N) ➤ solución de almidón 	Colocar 25 mL de muestra en un vaso de precipitación, colocar 5mL de HCl y 5 mL de solución patrón de yodo simultáneamente (color amarillo), titular con tiosulfato (color amarillo pálido), agregar solución de almidón (color azul), titular con tiosulfato hasta transparencia y anotar volumen.	$\frac{((5*0.025)(V_{tio}*0.025)*16000)}{2,5}$

Fuente: Métodos Normalizados. APHA 4500 S E

TABLA 9 Técnica para determinar Sólidos Totales Disueltos

FUNDAMENTO	MATERIALES Y EQUIPOS	REACTIVO	PROCEDIMIENTO	CALCULO
Es aquella materia orgánica o inorgánica que se encuentra disuelta en el agua.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Vaso de 250 mL ➤ Conductímetro 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Agua destilada ➤ Muestra de agua problema 	Colocar el 100 mL de muestra problema en un vaso de precipitación, introducir los electrodos del conductímetro cuidadosamente y por ultimo anotar el valor de la lectura	Lectura directa

Fuente: Métodos Normalizados. APHA 2540-C

TABLA 10 Técnica para determinar Color

FUNDAMENTO	MATERIALES Y EQUIPOS	REACTIVO	PROCEDIMIENTO	CALCULO
El color nos indica la existencia de impurezas presentes en un líquido.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Vaso de 250 mL ➤ Colorímetro 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Agua destilada ➤ Muestra de agua problema 	Colocar el 10 mL de muestra problema en un envase, introducir cuidadosamente en el colorímetro, poner en 465 nm y por ultimo anotar el valor de la lectura	Lectura directa

Fuente: Métodos Normalizados. APHA 2120-C

2.3. DATOS EXPERIMENTALES

2.3.1. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO INICIAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

Para realizar el diagnóstico del estado inicial del sistema de tratamiento de efluentes y de la calidad de agua que se obtiene implicó el análisis físico, químico como también se realizaron observaciones y entrevistas con el técnico que se encarga del mantenimiento de la misma y de esta manera obtener suficientes datos para establecer el rendimiento del sistema de tratamiento.

Las mediciones de pH, conductividad, temperatura y caudal se realizaron *in situ*, en tanto los demás parámetros y pruebas, se realizaron en el Laboratorio de análisis Técnicos-Facultad de Ciencias-ESPOCH.

El sistema de tratamiento consta de: Desarenador, Homogenización, Floculador horizontal 1, Aireación, Sedimentador 1, Sedimentador 2, Floculador horizontal 2, Tanques de almacenamiento de Agua Tratada.

El sistema de tratamiento inicialmente presentaba inconvenientes en el tanque de aireación con desborde de agua cuando se activaba la inyección de aire, el floculador horizontal 1 constaba de dos salidas la una hacia el tanque sedimentador 1 y la otra hacia el tanque aireación, además la dosificación de floculante por litro de agua no es la adecuada.

TABLA 11 Sistema de Tratamiento

Nº	TANQUES	DESCRIPCIÓN
1	Desarenador	<p>El agua residual ingresa mediante un tubo de 6 pulgadas de diámetro al tanque desarenador que se encuentra dividido en 3 fracciones utilizando madera de 2 cm de espesor, el agua pasa por los espacios entre las tablas hasta el tanque de homogenización, reduciendo su velocidad y reteniendo la arena que se genera en lavado de jeans.</p> <p>Este tanque es de concreto en forma rectangular de 3,04 m de largo x 1,50 m de ancho x 1,12 m de profundidad;</p>
2	Homogenización	<p>Este tanque es de concreto tiene forma rectangular de 1,25 m de largo x 1,84 m de ancho x 1,44 m de profundidad; en este tanque el agua se mezcla para luego ser succionada mediante una bomba de 2 HP y a al mismo tiempo es inyectado el coagulante al flujo por medio de bombas dosificadoras; esta mezcla de agua-coagulante se dirige a un floculador horizontal 1.</p> <p>El floculante que se utiliza es el policloruro de aluminio preparado a una concentración del 50%.</p>
3	Floculador horizontal 1	<p>El floculador es de concreto con capacidad de volumen de $0,8621\text{m}^3$, consta con 2 salidas, en el un extremo cae al tanque de sedimentación 1 y al otro extremo cae al tanque de aireación.</p>
4	Aireación	<p>A este tanque ingresa el agua-floculante que logra recorrer todo el floculador horizontal 1; este tanque es de concreto en forma de “L” de área $4,837\text{ m}^2$; el flujo de agua-coagulante que ingresa a este tanque recibe 30 minutos de aire cada 2 horas inyectado mediante un compresor.El agua se dirige al tanque sedimentador 1 por desborde.</p>
5	Sedimentador 1	<p>El tanque tiene dos entradas: en la primera ingresa el mayor volumen del total de la mezcla agua-floculante que cae del floculador horizontal 1 a solo haber recorrido la mitad del mismo, y la segunda entrada es la que sale por desborde del tanque de aireación; el agua-floculante permanece un tiempo de 3 horas hasta que llegue al nivel de desborde y se dirija al tanque sedimentador 2.</p> <p>En este tanque se logra sedimentar parte de floculo generado, debido al movimiento continuo que se mantiene por los dos flujos de entrada.</p>
6	Sedimentador 2	<p>La mezcla agua-floculante ingresa a este tanque de concreto de 2,21 m de ancho x 2,42 m de largo x 1,61 m de profundidad; en este tanque se permite la sedimentación del floculo formado por la acción del coagulante y el agua de la superficie pasa al floculador horizontal.</p>
7	Floculador horizontal 2	<p>Este floculador consiste en un tanque provistos de cuatro pantallas o tabiques de concreto entre los cuales el agua circula; El agua ingresa por desborde y logra mantener la velocidad fija ayudando a sedimentar el floculo que pudo haber pasado del sedimentador 2; el agua luego de haber transitado por este sistema de tabiques se dirige por desborde al tanque de almacenamiento de agua tratada.</p>
8	Tanques de almacenamiento de Agua Tratada	<p>Son 2 tanques de concreto; el primero en forma cuadrada con capacidad de $4,047\text{ m}^3$ y el segundo es de forma asimétrica que abarca un volumen de $2,9197\text{ m}^3$, en este último tanque el agua alcanza el nivel de desborde y sale hacia la red de alcantarillado público.</p>

Fuente: Patricia Zurita, CORPOTEX, 2014

2.3.2. DATOS

2.3.2.1. DATOS EXPERIMENTALES

Las mediciones in situ y la toma de muestras para su análisis en el laboratorio, se realizaron en la entrada del agua residual y a la salida en la caja de revisión de la descarga al alcantarillado público. Se realizó las mediciones de caudal, temperatura, pH, conductividad.

TABLA12 Medición de Parámetros In Situ de Agua al ingreso del Sistema de Tratamiento

Nº	HORA	CONDUCTIVIDAD (mS/cm)	pH	TEMPERATURA (°C)
1	9:00	1831	5,3	35
2	9:30	1742	6,5	46
3	10:00	1659	4,2	42
4	10:30	890	7,5	35
5	11:00	1973	4,32	38,6
6	11:30	1918	4,88	28,7
7	12:00	1961	4,31	48,3
8	12:30	1917	1,41	39
9	13:00	1829	2,81	41,1
10	13:30	1956	3,2	35,2
11	14:00	1960	4	37
12	14:30	1775	3,11	35,2
13	15:00	1918	3,04	32,6
14	15:30	1820	3,55	29,8

15	16:00	1491	2,56	27,8
16	16:30	1713	1,15	32,5
17	17:00	1820	3,81	30,5
18	17:30	1716	5,30	28,4

Fuente: Patricia Zurita, CORPOTEX, 2014

TABLA13 Medición de Caudal en el Ingreso al Sistema de Tratamiento

Nº	Hora	(L/s)	(m3/s)
1	9:00	1,8045	0,0018045
2	9:30	1,92307692	0,00192308
3	10:00	2,83018868	0,00283019
4	10:30	2,28070175	0,0022807
5	11:00	2,12389381	0,00212389
6	11:30	1,97587719	0,00197588
7	12:00	1,99511111	0,00199511
8	12:30	1,79039301	0,00179039
9	13:00	1,73913043	0,00173913
10	13:30	2,48868778	0,00248869
11	14:00	2,14642857	0,00214643
12	14:30	2,45073171	0,00245073
13	15:00	2,34234234	0,00234234
14	15:30	2,11453744	0,00211454
15	16:00	2,13953488	0,00213953
16	16:30	2,04347826	0,00204348
17	17:00	1,74496644	0,00174497

18	17:30	1,55172414	0,00155172
Caudal Promedio Q_E(m3/s)			0,00208252
Q_E (L/h)			7497,0609

Fuente: Patricia Zurita, CORPOTEX, 2014

TABLA 14 Medición del Caudal en la Descarga a la red de Alcantarillado

Nº	Hora	(L/s)	(m3/s)
1	9:00	1,75	0,00175
2	9:30	1,7094	0,0017094
3	10:00	1,88679	0,00188679
4	10:30	1,97368	0,00197368
5	11:00	1,85841	0,00185841
6	11:30	1,97368	0,00197368
7	12:00	1,99074	0,00199074
8	12:30	1,74672	0,00174672
9	13:00	1,78261	0,00178261
10	13:30	2,0362	0,0020362
11	14:00	1,96429	0,00196429
12	14:30	2,34146	0,00234146
13	15:00	2,34234	0,00234234
14	15:30	2,11454	0,00211454
15	16:00	2,13953	0,00213953
16	16:30	2,04348	0,00204348
17	17:00	1,71141	0,00171141
18	17:30	1,55172	0,00155172

Caudal Promedio $Q_s(m^3/s)$	0,001951
$Q_s (L/h)$	7023,6

Fuente: Patricia Zurita, CORPOTEX, 2014

TABLA 15 Datos de Dimensiones de Tanques Simétricos

TANQUES	Ancho (m)	Largo (m)	Profundidad (m)
Desarenador	1,5	3,04	1,12
Homogenización	1,84	1,25	1,44
Sedimentador 1	2,21	2	1,44
Sedimentador 2	2,21	2,42	1,61
Almacenamiento 1	2,23	1,65	1,1

Fuente: Patricia Zurita, CORPOTEX, 2014

TABLA16 Datos de Dimensiones de Tanques Asimétricos

TANQUES	Área (m2)	Profundidad (m)
floculador horizontal 1	1,5393	0,31
Aireador	4,832	1,47
Floculador horizontal2	7,4794	0,81
Almacenamiento 2	3,395	0,86

Fuente: Patricia Zurita, CORPOTEX, 2014

TABLA17 Datos para Caudal de bombas dosificadoras

Nº	BOMBA	t (min)	$V_{CPAC}(L)$
1	1	1,42	0,2
1	2	1,42	0,2

Fuente: Patricia Zurita, CORPOTEX, 2014

2.3.2.2. DATOS PARA PRUEBAS DE DOSIFICACIÓN

TABLA 18 Datos para obtener el peso de PAC necesario para preparar

Nº	$C_{PAC} (%)$	$V_a(mL)$
-----------	---------------------------------	-----------------------------

1	20	50
2	25	50
3	30	50

Fuente: Patricia Zurita, CORPOTEX, 2014

TABLA 19 Datos para Calcular la Relación Óptima de Dosificación

N° Casa comercial	C_{PAC} (%)	V_{CPAC}(L)	V_{AR} (L)
1	25	0,015	1
2	25	0,005	1

Fuente: Patricia Zurita, CORPOTEX, 2014

TABLA 20 Datos para calcular el peso de policloruro de aluminio que se necesita para preparar floculante en la empresa

N° Casa comercial	C_{PAC} (%)	V_a(L)
1	25	200
2	25	200

Fuente: Patricia Zurita, CORPOTEX, 2014

TABLA 21 Precios de Floculantes

N°Casa comercial	Floculante	Cantidad (kg)	Costo (dólares)
1	PAC	25	37
2	PAC	25	22

Fuente: Patricia Zurita, CORPOTEX, 2014

2.3.2.3. DATOS DEL ANÁLISIS DE AGUA ENTREGADO POR EL PROPIETARIO DE LA EMPRESA

TABLA 22 Datos del Análisis De Agua Entregado Por El Propietario

Parámetros	Unidad	**Valor Limite Permisible	Resultado
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	250	224
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	500	406
Tensoactivos	mg/L	2,0	6,88
Sulfuro	mg/L	1,0	7,34
Color	Pt/Co	-	527,18

**TULAS TABLA 11. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público.
Fuente: Patricia Zurita, CORPOTEX, 2014

2.3.2.4. DATOS DE CARACTERIZACIÓN EN EL LABORATORIO DE ANÁLISIS TÉCNICOS FACULTAD DE CIENCIAS

Las muestras fueron trasladadas inmediatamente Laboratorio de Análisis Técnicos-Facultad Ciencias-ESPOCH, donde se analizó los parámetros que se detallan a continuación.

TABLA 23 Caracterización del Agua a la Entrada y Salida del Sistema de Tratamiento (Estado inicial)

Parámetros	Unidad	**Valor Limite Permisible	RESULTADOS	
			Al Ingreso al Sistema de Tratamiento	Descarga al Sistema de Alcantarillado
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	250	324	225
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	500	660	410
Sulfuro	mg/L	1,0	36,48	7,34
Color	Pt/Co	-	1451	422

pH	Unidad es de pH	5-9	6,62	7,20
----	-----------------------	-----	------	------

**TULAS TABLA 11. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público.
Fuente: Patricia Zurita, CORPOTEX, 2014

CAPÍTULO III

Cálculos y

Resultados

CÁPITULO III

3.1. CÁLCULOS

3.1.1. CÁLCULO DE LA RENDIMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

Mediante la ecuación 1:

$$\eta = \frac{F1 - F2}{F1} * 100$$

3.1.1.1. CÁLCULO DE LA RENDIMIENTO POR PARÁMETRO

Con datos de la TABLA 23

Demanda Bioquímica Oxígeno

$$\eta = \frac{324 - 225}{324} * 100$$

$$\eta = 30,6\%$$

***Demanda Química de Oxígeno**

$$\eta = 37,9\%$$

***Sulfuro**

$$\eta = 79,9\%$$

***Color**

$$\eta = 70,9\%$$

3.1.2. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE CAPACIDAD DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

Mediante la ecuación 2:

$$V = a * l * h$$

3.1.2.1. CÁLCULO DEL VOLUMEN POR TANQUE

Con datos de la TABLA 14 y 15

Desarenador

$$V_D = a * l * h /$$

$$V_D = 1,50 * 3,04 * 1,12$$

$$V_D = 5,1072 m^3$$

***Homogenizador**

$$V_H = 3,12 m^3$$

***Floculador 1**

$$V_{F1} = 0,4771 m^3$$

***Aireador**

$$V_A = 7,1030 m^3$$

***Sedimentador 1**

$$V_{S1} = 6,36 m^3$$

***Sedimentador 2**

$$V_{S1} = 8,61 m^3$$

***Floculador 2**

$$V_{F2} = 6,058 \text{ m}^3$$

***Almacenamiento 1**

$$V_{A1} = 4,047 \text{ m}^3$$

***Almacenamiento 2**

$$V_{A2} = 2,919 \text{ m}^3$$

3.1.2.2. CÁLCULO DEL VOLUMEN TOTAL

Para obtener el volumen total se realiza una sumatoria de los volúmenes de los tanques que componen el sistema de tratamiento.

$$V_{total} = \Sigma V$$

$$V_{total} = (5,1072 + 3,312 + 0,4771 + 7,103 + 6,36 + 8,61 + 6,05 + 4,047 + 2,919)$$

$$V_{total} = 43,994 \text{ m}^3$$

$$43,994 \text{ m}^3 * \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} = 43994 \text{ L}$$

3.1.3. CÁLCULO DEL TIEMPO DE RETENCIÓN EN EL SISTEMA DE TRATAMIENTO

Mediante la ecuación 3:

$$tr = \frac{V_{total}}{Q_E}$$

Con datos obtenidos en el cálculo anterior y de la TABLA 12

$$V_{total} = 43994 \text{ L}, Q_E = 7497,06 \text{ L/h}$$

$$tr = \frac{43994}{7497,06}$$

$$tr = 5,87 \text{ h}$$

3.1.4. OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES

El proceso de optimización del sistema de tratamiento de efluentes generados en la Lavandería y Tintorería de Jeans “CORPOTEX” implica el desarrollo de procesos de mejora encaminado a lograr el funcionamiento óptimo del mismo.

Esta alternativa está orientada a disminuir los efectos perjudiciales que pueda causar una calidad de agua que se encuentre fuera de control, en este caso los tensoactivos y sulfuros para ello se debe mejorar los tratamientos y dosificación que se desarrollan a lo largo del sistema.

En este caso se van a tomar acciones en el floculador 1, dosificación de químico e implementación de un tratamiento acuático en el floculador horizontal 2 para mejorar la calidad del agua para la descarga a la red de alcantarillado.

3.1.4.1. OPTIMIZACIÓN DEL FLOCULADOR 1

La optimización en esta etapa tiene por objetivo que el agua con floculante circule por toda el área de este tanque y eliminar la cantidad de floculo que ingresa al tanque sedimentador 1; logrando que toda el agua ingrese primero al tanque aireador.

3.1.4.2. OPTIMIZACIÓN EN LA DOSIFICACION DE FLOCULANTE

Para determinar la concentración de floculante se realizaron pruebas a diferentes concentraciones.

3.1.4.2.1. CÁLCULO DEL CAUDAL DE LAS BOMBAS DOSIFICADORAS SIN OPTIMIZACIÓN.

Mediante la ecuación 4:

$$Q_{BC1} = \frac{V_{CPAC}}{t}$$

Con datos de la TABLA 16

Bomba 1

$$Q_{BC1} = \frac{0,2}{1,42}$$

$$Q_{BC1} = 0,1408 \frac{L}{min}$$

$$0,1408 \frac{L}{min} * \frac{60 min}{1h} = 8,448 \frac{L}{h}$$

$$Q_{BC1} = 8,448 \frac{L}{h}$$

Bomba 2

$$Q_{BC1} = Q_{BC2}$$

$$Q_{BC2} = 8,448 \frac{L}{h}$$

3.1.4.2.2. PRUEBAS DE DOSIFICACIÓN

3.1.4.2.2.1. CÁLCULO DEL PESO DE POLICLORURO DE ALUMINIO NECESARIO PARA PREPARAR A CONCENTRACIONES DE 20, 25 Y 30 %

Mediante la ecuación 5:

$$C_{PAC} = \frac{P_{PAC}}{V_a} * 100$$

Con datos de la TABLA 17

Despejamos P_{PAC} de la ecuación 5 y tenemos:

$$P_{PAC} = \frac{C_{PAC} * V_a}{100}$$

20 %

$$P_{PAC} = \frac{20 * 50}{100}$$

$$P_{PAC} = 10 \text{ g}$$

***25%**

$$P_{PAC} = 12,5 \text{ g}$$

***30%**

$$P_{PAC} = 15 \text{ g}$$

3.1.4.2.2.2. CÁLCULO DE LA RELACIÓN ÓPTIMA DE DOSIFICACIÓN

Con datos de TABLA 18:

$$V_{AR} = 1 \text{ L}; V_{CPAC} = 0,015 \text{ L}; V_{CPAC} = 0,005 \text{ L}$$

Policloruro de aluminio casa comercial 1 (utiliza la empresa)

$$R_{OD\ test\ 1} = \frac{V_{AR}}{V_{CPAC}}$$

$$R_{OD\ test\ 1} = \frac{1}{0,015}$$

$$R_{OD\ test\ 1} = 66,66 \frac{L\ de\ agua\ residual}{L\ de\ Flocculante}$$

Policloruro de aluminio casa comercial 2

$$R_{OD\ test\ 2} = 200 \frac{L\ de\ agua\ residual}{L\ de\ Flocculante}$$

3.1.4.2.3. CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE DOSIFICACIÓN INICIAL DE FLOCULANTE

Con datos obtenidos en cálculos anteriores y de la TABLA 12:

$$Q_{BC1} = Q_{BC2} = 8,448\ L/h , \quad Q_E = 7497,06\ L/h$$

$$R_{DC} = \frac{Q_E}{2Q_{BC1}}$$

$$R_{DC} = \frac{7497,06}{2(8,448)}$$

$$R_{DC} = 443,72 \frac{L \text{ de agua residual}}{L \text{ de floculante}}$$

3.1.4.2.4. CÁLCULO DEL CAUDAL REQUERIDO EN LAS BOMBAS DOSIFICADORAS PARA LA OPTIMIZACIÓN.

Con datos obtenidos en cálculos anteriores y en la TABLA 12:

$$R_{OD \text{ test } 1} = 66,66 \frac{L \text{ de agua residual}}{L \text{ de floculante}}; Q_E = 7497,06 \text{ L/h}; R_{OD \text{ test } 2} = 200 \frac{L \text{ de agua residual}}{L \text{ de floculante}}$$

Con el policloruro de aluminio de la casa comercial 1

$$R_{OD \text{ test } 1} = \frac{Q_E}{2Q_{BC1}}$$

Despejando la ecuación de la relación óptima de dosificación se obtiene:

$$2Q_{BC1} = \frac{Q_E}{R_{OD \text{ test } 1}}$$

$$2Q_{BC1} = \frac{7497,06}{66,66}$$

$$2Q_{BC1} = 112,47$$

$$Q_{BC1} = \frac{112,47}{2}$$

$$Q_{BC1} = 56,23 \frac{L \text{ de floculante}}{h} = Q_{BC2}$$

Con el policloruro de aluminio de la casa comercial 2

$$2Q_{BC1} = \frac{Q_E}{R_{OD \text{ test } 2}}$$

$$Q_{BC1} = 18,74 \frac{L \text{ de floculante}}{h} = Q_{BC2}$$

3.1.4.2.5. CÁLCULO DE VOLUMEN DE AGUA RESIDUAL A TRATAR EN UN MES DE TRABAJO.

Con:

$$t = 3 \text{ h} = 1 \text{ día de trabajo}; Q_E = 7497,06 \text{ L/h}$$

$$Q_E = \frac{V_{AR}}{t}$$

Despejando tenemos:

$$V_{AR} = Q_E * t$$

$$V_{AR} = 7497,06 * 3$$

$$V_{AR} = 22491,18 \text{ L}$$

$$22491,18 \frac{L}{\text{día}} * \frac{4 \text{ día}}{\text{semana}} * \frac{4 \text{ semana}}{\text{mes}} = 359858,88 \text{ L}$$

$$V_{AR} = 359858,88 \text{ L (en un mes)}$$

3.1.4.2.6. CÁLULO DEL VOLUMEN DE FLOCULANTE QUE SE NECESITA EN UN MES

Con datos de cálculos anteriores:

$$V_{AR} = 359858,88 \text{ L} ; R_{DC} = 443,72 \frac{\text{L de agua residual}}{\text{L de floculante}}$$

$$R_{OD \text{ test } 1} = 66,66 \frac{\text{L de agua residual}}{\text{L de floculante}} ; R_{OD \text{ test } 2} = 200 \frac{\text{L de agua residual}}{\text{L de floculante}}$$

Inicialmente

$$R_{DC} = \frac{V_{AR}}{V_{CPAC}}$$

Despejando tenemos:

$$V_{CPAC} = \frac{V_{AR}}{R_{DC}}$$

$$V_{CPAC} = \frac{359858,88}{443,72}$$

$$V_{CPAC} = 811,004 \text{ L}$$

Policloruro de aluminios casa comercial 1

$$V_{CPAC} = 5398,42 \text{ L}$$

Policloruro de aluminio casa comercial 2

$$V_{CPAC} = 1799,29 \text{ L}$$

3.1.4.2.7. CÁLULO DE LA CANTIDAD DE POLICLORURO DE ALUMINIO NECESARIA EN UN MES EN KILOGRAMOS

Utilizando la ecuación 5:

$$C_{PAC} = \frac{P_{PAC}}{V_a} * 100$$

Despejamos P_{PAC} de la ecuación 5 y tenemos:

$$P_{PAC} = \frac{C_{PAC} * V_a}{100}$$

Con datos de la TABLA 19

$$P_{PAC} = \frac{25 * 200}{100}$$

Tenemos el peso de policloruro de aluminio para 200 L de agua

$$P_{PAC} = 50 \text{ kg}$$

Inicialmente

$$811,004 \text{ L} * \frac{50 \text{ kg}}{200 \text{ L}} = 202,75 \text{ kg}$$

Policloruro de aluminio casa comercial 1

$$5398,42 \text{ L} * \frac{50 \text{ kg}}{200 \text{ L}} = 1349,605 \text{ kg}$$

Policloruro de aluminio casa comercial 2

$$1799,29 \text{ L} * \frac{50 \text{ kg}}{200 \text{ L}} = 449,82 \text{ kg}$$

3.1.4.2.8. COSTO DE POLICLORURO DE ALUMINIO

Con datos obtenidos en el calculo anterior:

Inicialmente

$$202,75 \text{ kg} * \frac{37 \text{ dólares}}{25 \text{ kg}} = 300,07 \text{ dólares}$$

Policloruro de aluminio casa comercial 1

$$1349,605 \text{ kg} * \frac{37 \text{ dólares}}{25 \text{ kg}} = 1997,42 \text{ dólares}$$

Policloruro de aluminio casa comercial 2

$$449,82 \text{ kg} * \frac{22 \text{ dólares}}{25 \text{ kg}} = 395,84 \text{ dólares}$$

3.1.4.3. RENDIMIENTO DE LA OPTIMIZACIÓN

Mediante la ecuación 1:

$$\eta = \frac{F1 - F2}{F1} * 100$$

Con datos de la TABLA 35 de resultados

Demanda Bioquímica Oxígeno

$$\eta = \frac{224 - 72}{224} * 100$$

$$\eta = 67,85\%$$

***Demanda Química de Oxígeno**

$$\eta = 67,98\%$$

***Tensoactivos**

$$\eta = 49,12\%$$

***Sulfuro**

$$\eta = 99,5\%$$

***Color**

$$\eta = 92,41\%$$

3.1.5. CALCULO DE LA PROFUNDIDAD DEL TANQUE DE AIREACIÓN SEDIMENTADOR 1

FRACTOR DE SEGURIDAD

Mediante la ecuación 6:

$$X = h * 1,15$$

Con $h = 1,77 \text{ m}$ para los 2 tanques

$$X = 1,77 * 1,15$$

$$X = 2,03 \text{ m}$$

INCREMENTO DEL TANQUE

$$\text{Incremento} = X - h$$

$$\text{Incremento} = 2,03 - 1,77$$

$$\text{Incremento} = 0,26 \text{ m}$$

3.2. RESULTADOS

3.2.1. RENDIMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES ANTES DE LA OPTIMIZACIÓN

TABLA 24 Rendimiento del Sistema de Tratamiento

Parámetros	Rendimiento(%)
DBO	30,6
*DQO	37,9
*Sulfuro	79,9
*Color	70,9

* Cálculos repetitivos

Fuente: Patricia Zurita, CORPOTEX, 2014

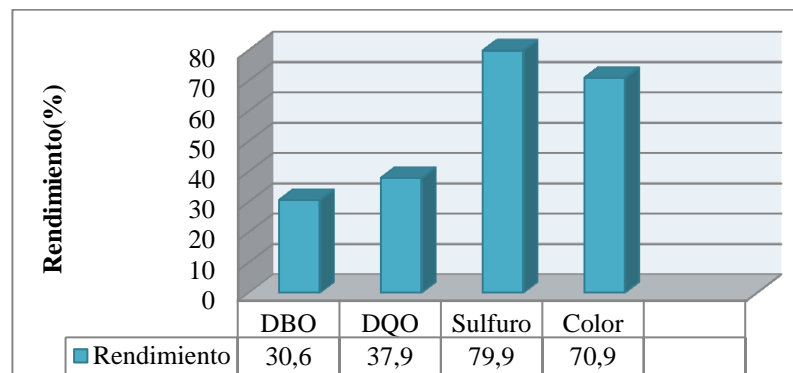


GRÁFICO 1 Rendimiento Del Sistema De Tratamiento

3.2.2. VOLUMEN DE LA CAPACIDAD DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

TABLA 25 Volumen por Tanque y Volumen Total

TANQUES	VOLUMEN (m³)
Desarenador (V _D)	5,1072
*Homogenización(V _H)	3,312
*Floculador 1 (V _{F1})	0,4771
*Aireador (V _A)	7,103
*Sedimentador 1 (V _{S1})	6,36
*Sedimentador 2 (V _{S2})	8,61
*Floculador 2 (V _{F2})	6,058
*Almacenamiento 1 (V _{A1})	4,047
*Almacenamiento 2 (V _{A2})	2,9197
VOLUMEN TOTAL	43,994

* Cálculos repetitivos

Fuente: Patricia Zurita, CORPOTEX, 2014

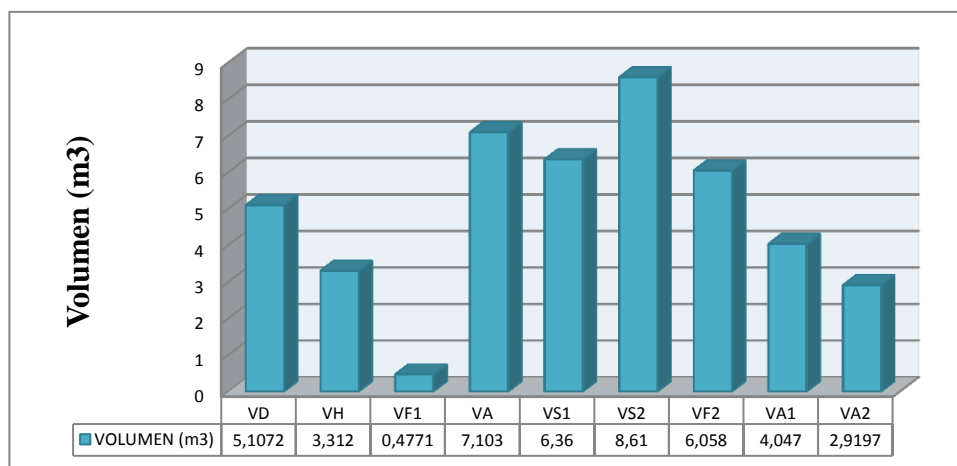


GRÁFICO 2 Volumen Por Tanque

3.2.3. CAUDAL DE LAS BOMBAS DOSIFICADORAS SIN OPTIMIZACIÓN.

TABLA 26 Caudal de Bombas Dosificadoras de Floculante

FLOCULANTE	Nº DE BOMBAS	CAUDAL (L/h)
Policloruro de aluminio	B 1	8,448
Policloruro de aluminio	B 2	8,448

Fuente: Patricia Zurita, CORPOTEX, 2014

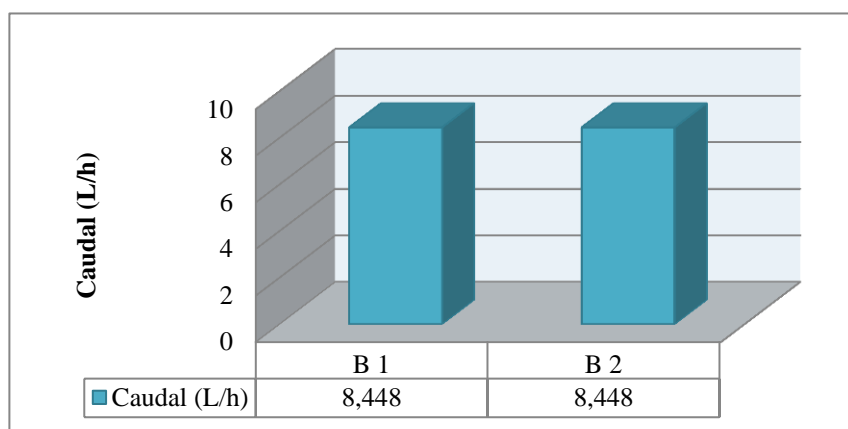


GRÁFICO 3 Caudal de Bombas Dosificadoras de Floculante

3.2.4. PRUEBAS DE DOSIFICACIÓN

TABLA 27 Pruebas Utilizando Policloruro de Aluminio de la Casa Comercial 1

Policloruro de Aluminio casa comercial 1			Floculante	Muestra de agua	Tiempo de sedimentación (s)	Cantidad de Floc (mL)
$C_{PAC}(\%)$	$P_{CPAC} (g)$	$V_a (mL)$	$V_{CPAC} (mL)$	$V_{AR} (mL)$		
			5	1000	20	0

20	10	50	10	1000	20	0
			15	1000	20	800
			20	1000	20	650
25	12,5	50	5	1000	20	0
			10	1000	20	730
			15	1000	20	530
30	15	50	3	1000	20	0
			5	1000	20	780
			10	1000	20	600
			15	1000	20	0

Fuente: Patricia Zurita, CORPOTEX, 2014

TABLA 28 Pruebas Utilizando Policloruro de Aluminio de la Casa Comercial 2

Policloruro de Aluminio casa comercial 2			Floculante	Muestra de agua	Tiempo de sedimentación (min)	Cantidad de Floc (mL)
C _{PAC} (%)	P _{CPAC} (g)	V _a (mL)	V _{CPAC} (mL)	V _{AR} (mL)		
20	10	50	5	1000	20	0
			10	1000	20	700
			15	1000	20	500
25	12,5	50	5	1000	20	200
			10	1000	20	800
			15	1000	20	0
30	15	50	3	1000	20	450
			5	1000	20	720
			10	1000	20	0

			15	1000	20	0
--	--	--	----	------	----	---

Fuente: Patricia Zurita, CORPOTEX, 2014

TABLA 29 Resultados de las Pruebas de Dosificación de Floculante

Casa comercial	Floculante	C _{PAC} (%)	P _{CPAC} (g)	V _a (mL)	V _{CPAC} (mL)	V _{AR} (mL)	Cantidad del floc (mL)	Tiempo de Sedimentación (min)
C1	PAC	25	12,5	50	15	1000	530	20
C2	PAC	25	12,5	50	5	1000	200	20

Fuente: Patricia Zurita, CORPOTEX, 2014

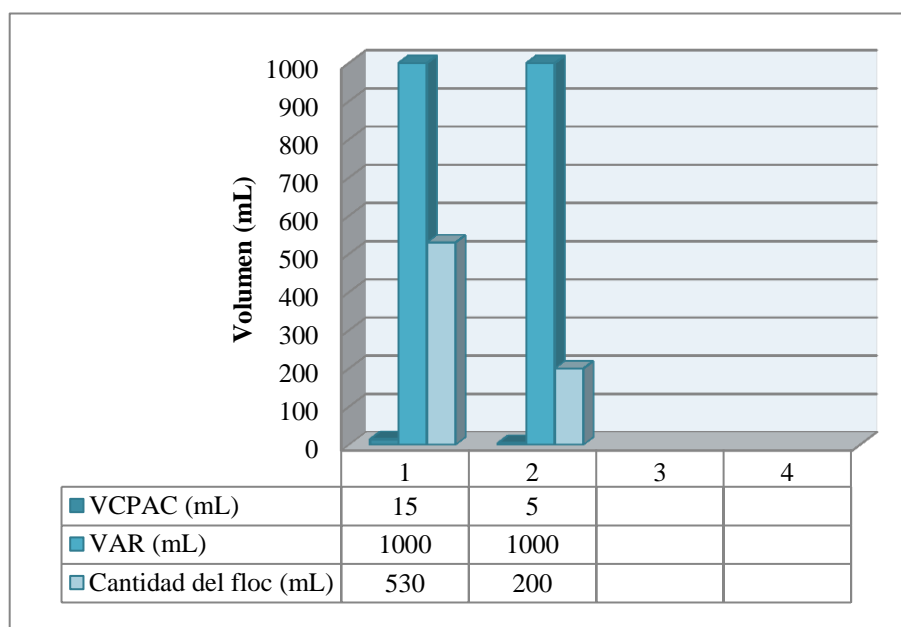


GRÁFICO 4 Resultados de las Pruebas de Dosificación

3.2.5. RELACIÓN DE DOSIFICACIÓN DE FLOCULANTE

TABLA 30 Relación de Dosificación de Floculante con y sin Optimización

Casa comercial	Floculante	sin optimización	con Optimización	Relación de Dosificación de Floculante $\left(\frac{L_{deaguare residual}}{L_{deFloculante}}\right)$
----------------	------------	------------------	------------------	--

C 1	PAC	R_{DC}		443,72
C 1	PAC		$R_{OD \text{ text } 1}$	66,66
C 2	PAC		$R_{OD \text{ text } 2}$	200

Fuente: Patricia Zurita, CORPOTEX, 2014

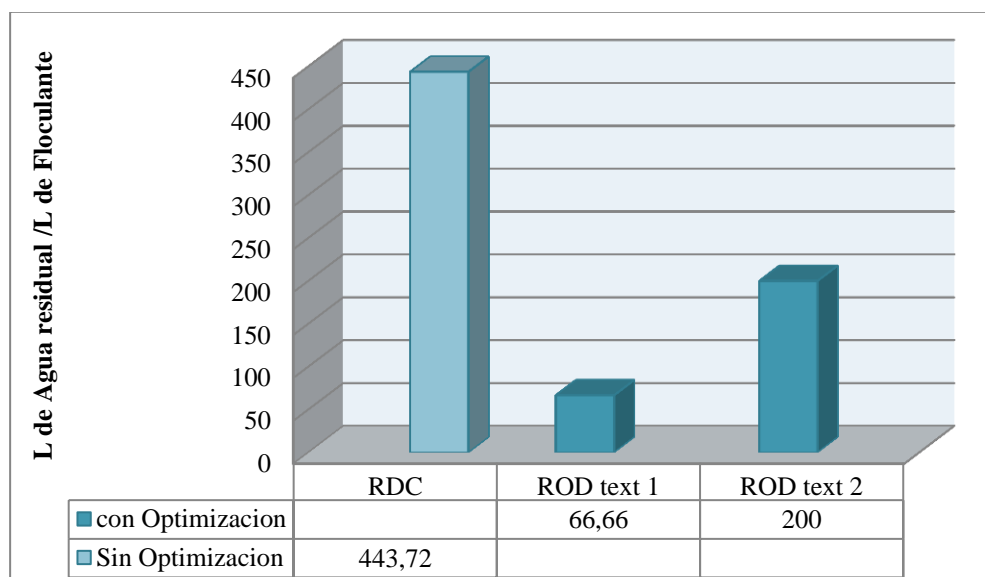


GRÁFICO 5 Relación de Dosificación de Floculante con y sin Optimización

3.2.6. CAUDAL DE LAS BOMBAS DOSIFICADORAS CON OPTIMIZACION

TABLA 31 Caudal de Bombas de Dosificación con Optimización

Casa comercial	Floculante	Bombas dosificadoras	$Q_{BC1}=Q_{BC2}(L/h)$
C 1	PAC	B 1	56,23
	PAC	B 2	56,23
C 2	PAC	B 1	18,74
	PAC	B 2	18,74

Fuente: Patricia Zurita, CORPOTEX, 2014

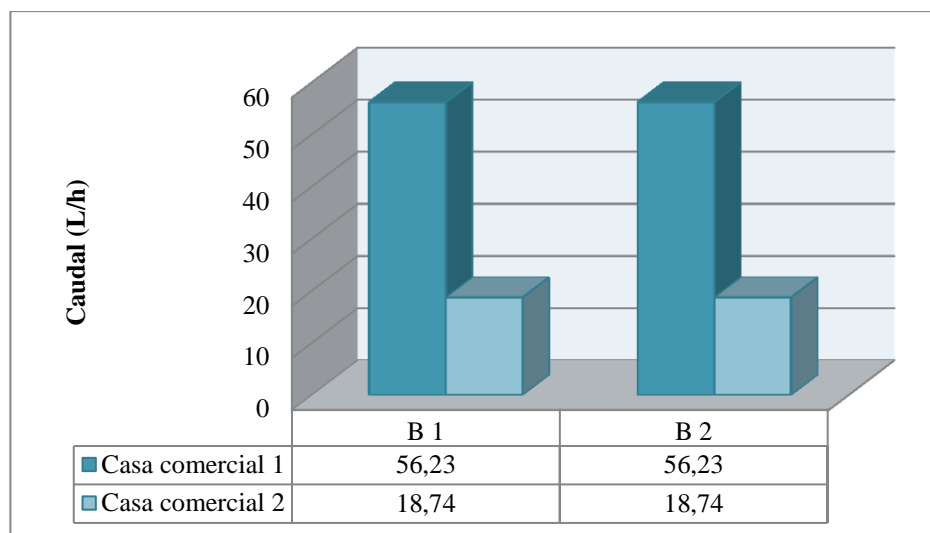


GRÁFICO 6 Caudal de Bombas de Dosificación con Optimización

3.2.7. VOLUMEN DE FLOCULANTE NECESARIO EN UN MES

TABLA 32 Volumen de Floculante para un mes con y sin Optimización

Casa comercial	V _{AR} (L)	Optimización	V _{CPAC} (L)
C 1	359858.88	Sin	811,004
C 1	359858.88	con	5398,42
C 2	359858.88	con	1799,29

Fuente: Patricia Zurita, CORPOTEX, 2014

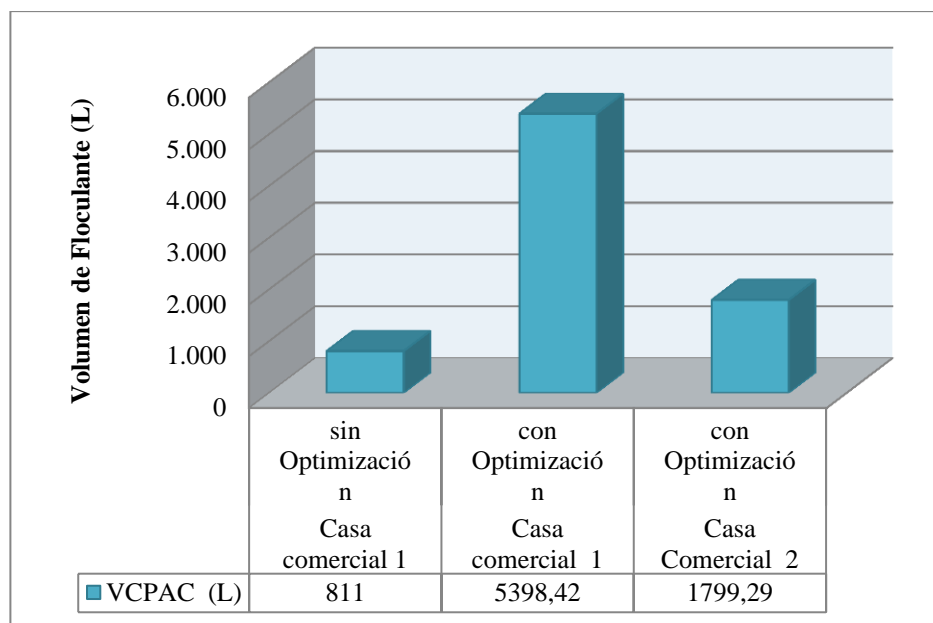


GRÁFICO 7 Volumen de Floculante para un mes con y sin Optimización

3.2.8. COSTOS DE FLOCULANTE

TABLA 33 Costo Mensual de Floculante

Casa comercial	Floculante	Optimización	Cantidad de floculante (kg)	Costo de floculante (dólares)
C 1	PAC	Sin	202,75	300,07
C 1	PAC	Con	1349,605	1997,42
C 2	PAC	Con	449,82	395,84

Fuente: Patricia Zurita, CORPOTEX, 2014

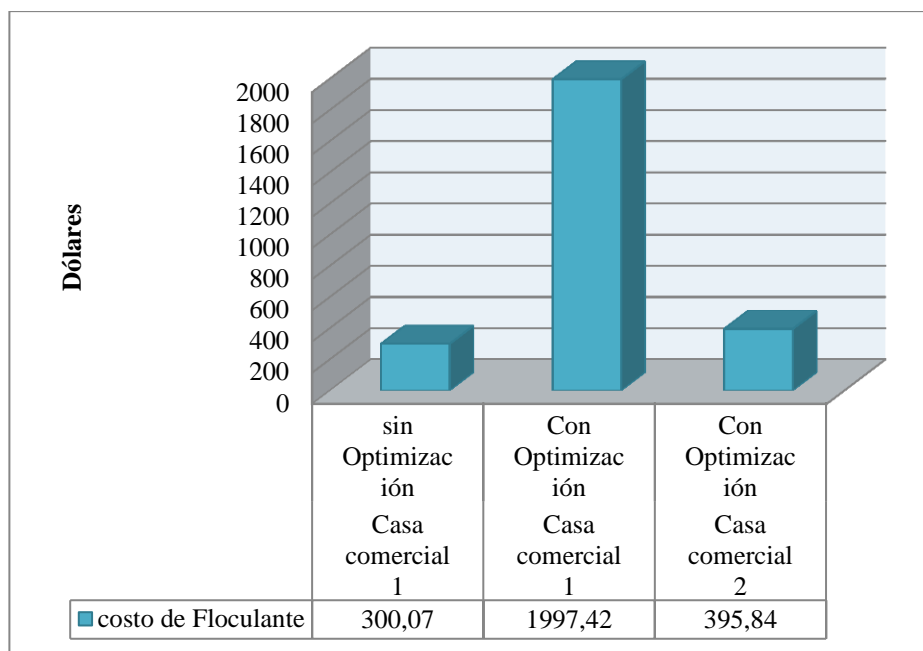


GRÁFICO 8 Costo Mensual de Floculante

3.2.9. INCREMENTO DEL TANQUE DE AIREACIÓN

TABLA 34 Incremento Tanque de Aireación

Nº	Tanque	Incremento (m)	Profundidad final X (m)
1	Aireación	0,26	2,03

Fuente: Patricia Zurita, CORPOTEX, 2014

3.2.10. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE AGUA ANTES Y DEPUES DE LA OPTIMIZACIÓN

TABLA 35 Resultados del Análisis de Agua antes y después de la Optimización

Parámetros	Unidad	**Valor Limite Permisible	RESULTADOS	
			Sin Optimización	Con Optimización
Demanda Bioquímica	mg/L	250	224	72

Oxígeno				
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	500	406	130
Tensoactivos	mg/L	2,0	6,88	3,5
Sulfuro	mg/L	1,0	7,34	0,036
Color	Pt/Co	-	527,18	40

**TULAS TABLA 11. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público.

Fuente: Patricia Zurita, CORPOTEX, 2014

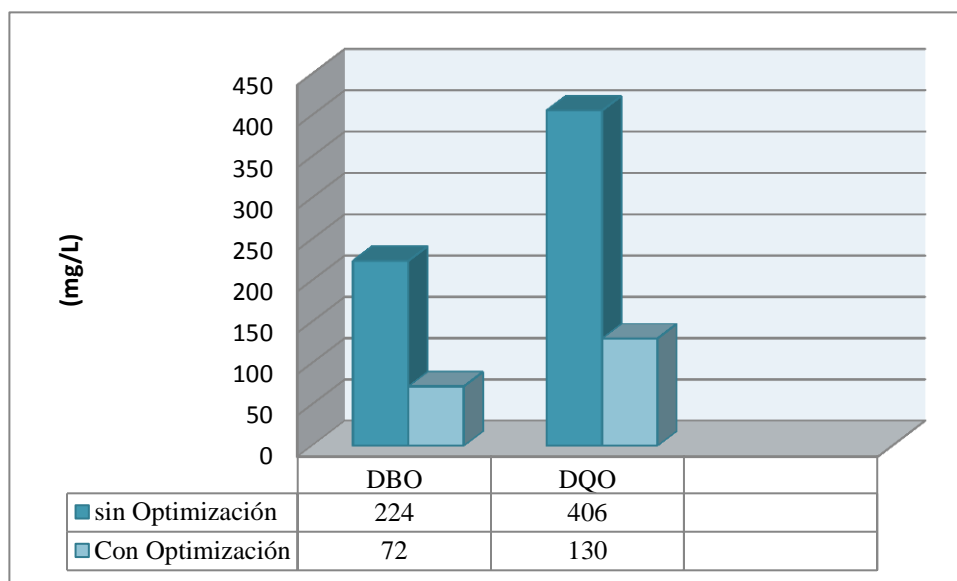


GRÁFICO 9 Resultados del Análisis de DBO, DQO y Solidos Disueltos del Agua con y sin Optimización

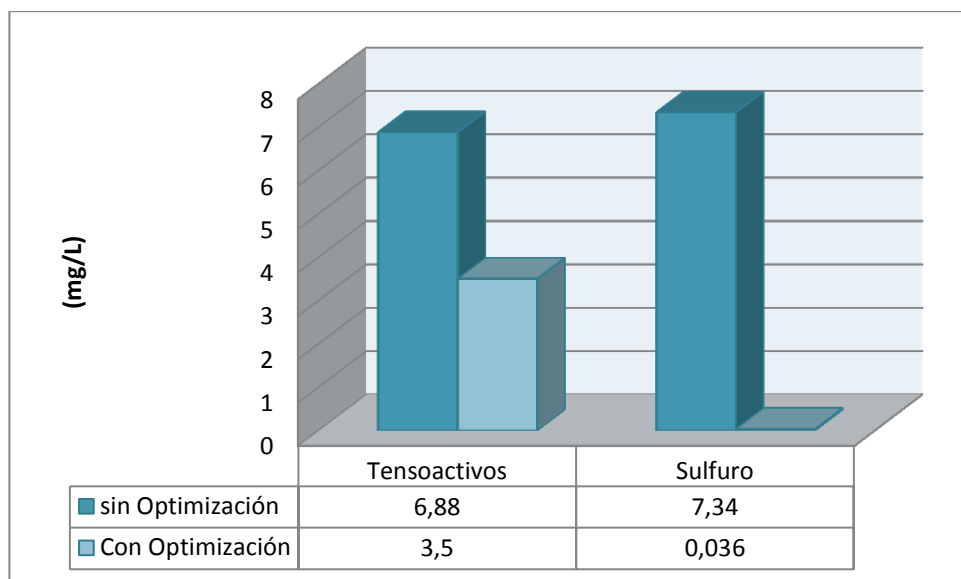


GRÁFICO 10 Resultados del Análisis de Tensoactivos y Sulfuros del Agua con y sin de la Optimización

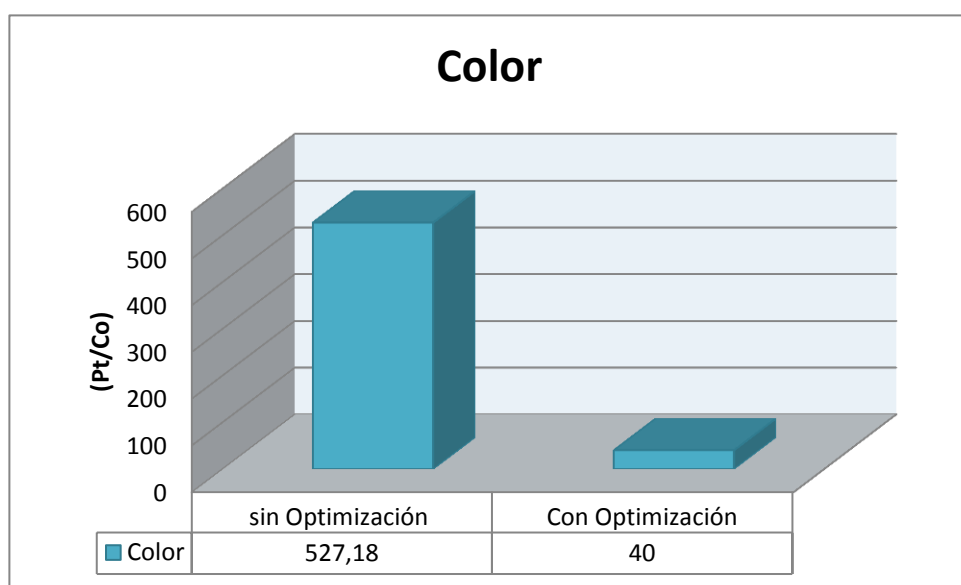


GRÁFICO 11 Resultado del Análisis de Color del Agua con y sin Optimización

3.2.11. RESULTADOS DEL RENDIMIENTO DE LA OPTIMIZACIÓN

TABLA 36 Rendimiento de la Optimización

Parámetros	Rendimiento (%)
DBO	67,85
*DQO	67,98
*Tensoactivos	49,12
*Sulfuro	99,5
*Color	92,41

* Cálculos repetitivos

Fuente: Patricia Zurita, CORPOTEX, 2014

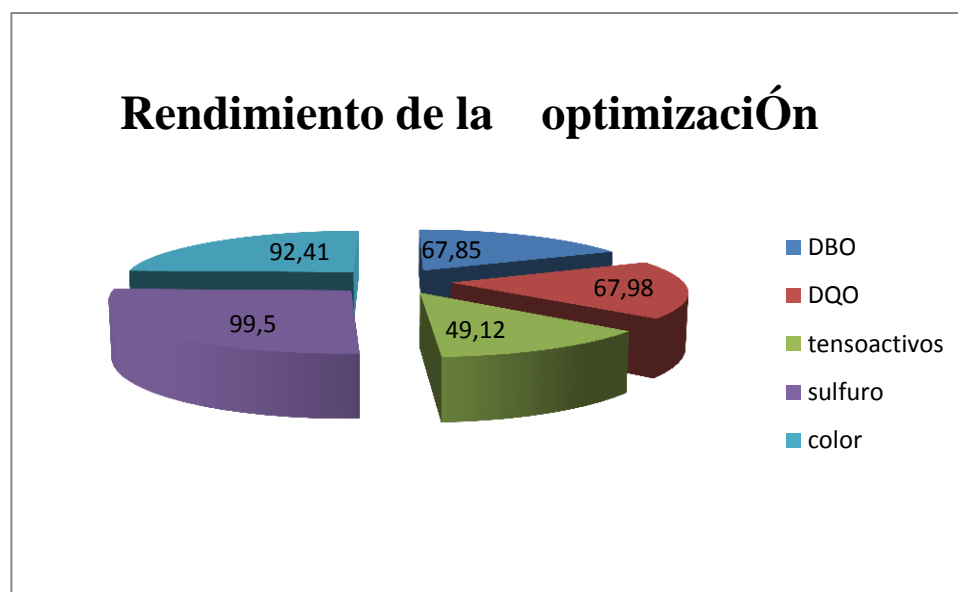


GRÁFICO 12 Eficiencia de la Optimización

3.3. PROPUESTA

El sistema de tratamiento de efluentes de la empresa CORPOTEX luego de su proceso de trabajo está produciendo agua residual con una cantidad de tensoactivos y sulfuro que están fuera de la norma para la descarga a la red de Alcantarillado que exige el Ministerio del Ambiente. De acuerdo a estos datos se establece la corrección de los procesos que permitan optimizar la calidad del agua.

Para el mejoramiento de la calidad del agua se establece la corrección de diferentes puntos del tratamiento:

TABLA 37 Propuesta

Estado Inicial		Estado Final	
Desarenador	El agua residual ingresa mediante un tubo de 6 pulgadas, a este tanque que se encuentra dividido en 3 fracciones por tablas de madera de 2 cm de espesor, el agua residual pasa por los espacios entre las tablas hasta el tanque de homogenización.	Desarenador	Se mantiene igual
Homogenización	En este tanque el agua residual se mezcla para luego ser succionada hasta el floculador horizontal 1 mediante una bomba de 2 HP y al mismo tiempo es inyectado el coagulante al flujo por medio de bombas dosificadoras.	Homogenización	Se mantiene igual
Floculador Horizontal 1	Este tanque constaba de 2 salidas la una se dirigía al tanque de aireación y la otra al tanque sedimentador 1	Floculador Horizontal 1	A este tanque se selló la salida que se dirigía al tanque sedimentador 1 y se mantiene la salida que se dirige al tanque de aireación pero se cambió la tubería al doble de diámetro de la que tenía inicialmente.
Aireación	A este tanque ingresaba el agua-floculante que lograba recorrer todo el floculador horizontal 1 y recibía 30 minutos de aire cada 2 horas inyectado mediante un compresor; luego el flujo agua-coagulante pasaba al tanque sedimentador 1. La capacidad de este tanque no era suficiente ya que al activarse la inyección de aire el agua se desbordaba	Aireación	La mezcla agua-floculante luego de recorrer por el floculador horizontal 1 ingresa a este tanque, recibe 30 minutos de aire cada 2 horas y se dirige al tanque sedimentador 1. Ya no existe desborde de agua-floculante debido a que se incrementó 26 cm de alto en el contorno de

	dirigiéndose al tanque de almacenamiento para posteriormente descargar al alcantarillado
Sedimentador 1	El tanque tenía dos entradas: en la primera ingresa el mayor volumen del total de la mezcla agua-coagulante que cae del floculador horizontal 1 a solo haber recorrido la mitad del mismo, y la segunda entrada es la que sale por desborde del tanque de aireación; el agua-floculante permanece un tiempo de 3 horas hasta que llegue al nivel de desborde y se dirija al tanque sedimentador 2.
Sedimentador 2	La mezcla agua-floculante ingresaba a este tanque en el que se permite la sedimentación del floculo formado por la acción del floculante y el agua de la superficie pasa al floculador horizontal.
Floculador Horizontal 2	Este floculador consiste en un tanque provistos de cuatro pantallas o tabiques de hormigón entre los cuales el agua circula; El agua ingresa por desborde y logra mantener la velocidad fija ayudando a sedimentar el floculo que pudo haber pasado del sedimentador 2; el agua luego de haber transitado por este sistema de tabiques se dirige por desborde al tanque de almacenamiento de agua tratada.
Tanques de Almacenamiento 1 y 2	En estos tanques se almacenaba el agua tratada, posteriormente el agua alcanza el nivel de desborde y sale hacia la red de alcantarillado público.
Proveedor de policloruro de aluminio	Casa comercial 1
Caudal de Dosificación	Se dosificaba 16,896 L/h

Fuente: Patricia Zurita, CORPOTEX, 2014

	este tanque
Sedimentador 1	El tanque actualmente tiene solo una entrada, la que viene del tanque de aireación por desborde. El agua-floculante permanece un tiempo de 3 horas hasta que llegue al nivel de desborde y se dirija al tanque sedimentador 2. Se incrementó 26 cm de alto solo en la una pared del costado de este tanque.
Sedimentador 2	Se mantiene igual
Floculador Horizontal 2	En este tanque se implementó un tratamiento acuático con jacintos de agua, estas planta son muy útiles en lo que se refiere tratamiento de agua, ya que con sus raíces absorben o retienen los contaminantes presentes.
Tanques de Almacenamiento 1 y 2	Se mantiene igual
Proveedor de policloruro de aluminio	Casa comercial 2
Caudal de Dosificación	Se debe dosificar 37,48 L/h

3.4. PRESUPUESTO DE LA PROPUESTA

TABLA 38Presupuesto de la propuesta

ítem	característica	descripción	Cantidad	costo \$
Cambio de Floculante	Casa comercial 2	Policloruro de aluminio	449,82 (kg/mes)	395,84
	SUBTOTAL			395,84
Adecuación de tanque de Aireación	S/N	mano de obra	1	15,00
	CEMENTO CHIMBORAZO	cemento	30 kg	4,35
	DISENSA	arena	0,09 m3	0,51
	SUBTOTAL			19,86
Adecuación de tanque de Floculador horizontal 1	S/N	mano de obra	1	9
	CEMENTO CHIMBORAZO	cemento	1 kg	0,14
	PLASTIGAMA	codos PVC	3 u	6,00
	PLASTIGAMA	Tubos PVC	4 m	9,50
	S/N	pega	1 u	0,55
	SUBTOTAL			25,19
TOTAL DE LA PROPUESTA				440,89

Fuente: Lista De Precios De Materiales De Construcción - Cámara De Construcción Distrito Metropolitano De Quito.

Patricia Zurita, CORPOTEX, 2014

Ver los planos en los ANEXOS 23 y 24

3.5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Luego de realizar el diagnóstico al sistema de tratamiento de efluentes generados en la Lavandería y tintorería de jeans CORPOTEX, se encontró los siguientes problemas: en el tanque floculador horizontal 1 consta de dos salidas la una que dirige al tanque de aireación y la otra que dirige al tanque sedimentador 1, y en el tanque de aireación existe desbordamiento de agua-floculante, debido a que, la construcción del sistema de tratamiento no contó con un estudio previo para su diseño.

Se realizó pruebas de dosificación para determinar la cantidad optima de floculante a dosificar por litro de agua residual, se preparó floculante al 20, 25, 30% de concentración y

se realizaron pruebas con volúmenes de 5, 10 y 15 mL por litro de agua a tratar, debido a que si se adiciona menos o más de lo indicado el floculante no reacciona como se espera con la molécula de agua y el floculante al no exceder el límite solubilidad no forma precipitado.

Se ha preferido el policloruro de aluminio de la casa comercial 2, en el que se requiere de 1L de floculante policloruro de aluminio para tratar 200 L de agua residual, comparado con la casa comercial 1 que se necesita de 1 L de floculante policloruro de aluminio para tratar 66 L de agua residual, se puede notar que la casa comercial 2 provee de floculante policloruro de aluminio que trata 134 L de agua residual más que el floculante que provee la primera casa comercial, debido a que, se debe seleccionar la casa comercial que provea de un producto que presente mejores resultados y de menor costo.

Luego de realizar la optimización el análisis de agua presenta que el parámetro de sulfuros disminuye notablemente y la cantidad obtenida como resultado está bajo el límite permisible que exige la norma; Los tensoactivos solo ha bajado un 49,12%, debido a que, la empresa no lleva un control en el uso de detergente dentro del proceso de lavado y tinturado, y tampoco realizan pruebas para determinar si el detergente que compran es biodegradable.

CAPÍTULO IV

Conclusiones y

Recomendaciones

CAPÍTULO IV

4.1. CONCLUSIONES

- Al efectuar diagnóstico del estado inicial del sistema de tratamiento de efluentes generados en la lavandería y tintorería de jeans CORPOTEX se evidencio que no existe un control en la dosificación del floculante, existe desbordamiento de agua en el tanque de aireación.
- De acuerdo al análisis entregado por el propietario de la empresa los parámetros: tensoactivos y sulfuros están fuera de norma, tensoactivos con 6,88 mg/L (límite 2,0 mg/L) y sulfuros con 7,34 mg/L(límite 1,0 mg/L).
- Al realizar la caracterización físico-química de la muestra al ingreso del sistema de tratamiento se obtuvo los siguientes resultados: DBO con 324 mg/L, DQO con 660 mg/L, color con 1451 Pt/Coy sulfuro con 36,48 mg/L son valores que pueden ser modificados al aplicar el tratamiento.
- La caracterización físico-química de la muestra a la salida del sistema de tratamiento se obtuvo los siguientes resultados: DBO con 225 mg/L, DQO con 410 mg/L, color con 422 Pt/Co y sulfuro con 7,34 mg/L son valores muy elevados del límite que exige la normativa ambiental vigente.
- Al aplicar las medidas correctivas se vio la necesidad de realizar adecuaciones para eliminar el desborde del tanque de aireación incrementando 26 cm de alto en el contorno del mismo; además, se incrementó en la pared del costado del tanque sedimentador 1. Se amplió la segunda salida del floculador horizontal 1 sellando la primera para lograr que todo el caudal de agua ingrese primero al tanque de aireación y la instalación de los jacintos de agua.
- La modificación del caudal de las bombas de dosificación de floculante policloruro de aluminio de 8,448 L/h a una dosificación óptima de 18,74L/h por cada bomba, logra que el floculante actúe adecuadamente y cumpla su función.
- La caracterización físico-químico del agua luego de aplicar las medidas correctivas se obtuvo siguientes resultados: Sulfuros con 0,036 mg/L que es un valor inferior al

que exige la normativa ambiental vigente y con un porcentaje de disminución de 99,5% y Tensoactivos con 3,5 mg/L, este valor no está dentro lo que exige la normativa ambiental vigente y tiene un porcentaje de disminución de 49,12 %.

4.2. RECOMENDACIONES

- El monitoreo de los parámetros se lleven a cabo de diariamente para corregir los parámetros que se puedan encontrar fuera de rango, este monitoreo se debe llevar a cabo por personal responsable de la correcta operación del sistema de tratamiento de efluentes.
- Capacitar al personal en cuanto al funcionamiento del sistema de tratamiento.
- Utilizar productos biodegradables en el proceso de lavado y tinturado, y solicitar a los proveedores de insumos un documento que les garantice que estos sean Biodegradables.
- Utilizar la cantidad necesaria de detergente en el proceso de lavado y tinturado de jeans.
- Realizar el debido mantenimiento de los equipos que intervienen en el sistema de tratamiento.
- Realizar la limpieza de los tanques: floculador horizontal 1, aireación, sedimentación 1 y 2 cada 8 días para evitar la acumulación del floc que se origina en la acción del coagulante.

CAPÍTULO V

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFÍA

Harold E., Alcantarillado y tratamiento de aguas negras, México D.F.-México, 1971, Continental, pp. 533-536.

Hernández A., Depuración de aguas residuales, 3^{ra} ed., Madrid-España, 1994, PARANINFO, pp. 192-193, 221-225, 408-415.

Romero J., Calidad del agua, 3^{ra} ed., Bogotá-Colombia, Escuela Colombiana de Ingeniería, 2009, pp. 69-74, 112, 135, 146, 156, 158, 305.

Romero J., Tratamiento de aguas residuales-Teoría y Principios de Diseño, 2^{da} ed., Bogotá-Colombia, Escuela Colombiana de Ingeniería, 2002, pp. 883, 890.

Sierra C., Calidad del agua –Evaluación y Diagnostico-, Medellín-Colombia, Ediciones de la U, 2011, pp. 50, 51.

INTERNET

CARACTERÍSTICAS DEL POLICLORURO DE ALUMINIO

<http://www.zbdzchem.com/Poly-Aluminium-Chloride.html>

2013-10- 22

CONSUMO DE AGUA A NIVEL INDUSTRIAL

<http://industrial.unmsm.edu.pe/archivos/investigacion/proyectos/101701045.pdf>

2013-09-26

JACINTOS DE AGUA

<http://www.slideshare.net/NELSHON/tratamiento-de-aguas-residuales-fitorremediacion>

2013-11-05

TIPOS DE CONTAMINACION DEL AGUA

http://members.tripod.com/mexico_h20.mx/page6.html

2013-09-25

TULSMA

<http://www.recaiecuador.com/Biblioteca%20Ambiental%20Digital/TULAS.pdf/LIBRO%20VI%20Anexo%201.pdf>

2013-10-15

USOS INDUSTRIALES DEL AGUA

<http://www.aguamarket.com/diccionario/terminos.asp?Id=3051&termino=Usos+del+agua+en+las+industrias>

2013-09-26

ANEXOS

ANEXO 1

PARÁMETROS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL

1.1. PARAMETROS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL

1.1.1. ANÁLISIS FÍSICO DEL AGUA

1.1.1.1. COLOR

Las causas más comunes del color del agua son la presencia de hierro y manganeso coloidal o en solución; el contacto del agua con compuestos orgánicos, hojas, madera, raíces, etc., en diferentes estados de descomposición, y la presencia de taninos, ácido húmico y algunos residuos industriales.

El término color se refiere al color verdadero del agua que acostumbra medirlo junto con el pH, pues la intensidad del color depende de este último. Normalmente el color aumenta con el incremento del pH.

La determinación del color es importante para evaluar las características del agua, la fuente del color y la eficiencia del proceso utilizado para su remoción; cualquier grado de color es objetable por parte del consumidor y su remoción es, por tanto, objetivo esencial del tratamiento.

1.1.1.2. OLOR Y SABOR

Los olores y sabores en el agua con frecuencia ocurren juntos y en general son prácticamente indistinguibles. Muchas pueden ser las causas de olores y sabores en el agua; entre las más comunes se encuentran materia orgánica en solución, H₂S, cloruro de sodio, sulfato de sodio y magnesio, hierro y manganeso, fenoles, aceites, productos de cloro, diferentes especies de algas, hongos, etc.

La determinación del olor y sabor en el agua es útil para evaluar la calidad de la misma y su aceptabilidad por parte del consumidor, para el control de los procesos de una planta y para determinar en muchos casos la fuente de una posible contaminación.

1.1.1.3. TEMPERATURA

La determinación exacta de la temperatura es importante para diferentes procesos de tratamiento y análisis de laboratorio. Para obtener buenos resultados, la temperatura debe tomarse en el sitio de muestreo. Normalmente, la determinación de la temperatura puede hacerse con un termómetro de mercurio de buena calidad.

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA SILVIA PATRICIA ZURITA AGUAGUIÑA	PARÁMETROS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL		
			Lámina	Escala	Fecha
			1		12/04/14

ANEXO 2

PARÁMETROS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL

1.1.1.4. pH

El termino pH es una forma de expresar la concentración del ion hidrogeno o, más exactamente, la actividad del ion hidrogeno.

En general se usa para expresar la intensidad de la condición acida o alcalina de una solución, sin que esto quiera decir que mida la acidez total o la alcalinidad total. En el suministro de aguas es un factor que debe considerarse con respecto a la coagulación química, la desinfección, el ablandamiento y el control de la corrosión. En las plantas de tratamiento de aguas residuales que emplean procesos biológicos, el pH debe controlarse dentro de un intervalo favorable a los organismos.

1.1.1.5. SÓLIDOS

Se clasifica toda materia, excepto el agua contenida en los materiales líquidos, como materia sólida. En ingeniería sanitaria es necesario medir la cantidad del material solido contenido en una gran variedad de sustancias liquidas y semilíquidas que van desde aguas potables hasta aguas contaminadas, aguas residuales, residuos industriales y lodos producidos en los procesos de tratamiento.

1.1.1.5.1. SÓLIDOS TOTALES

Se define como sólidos la materia que permanece como residuo después de evaporación y secado a 130 °C. El valor de los sólidos totales incluye material disuelto y no disuelto (solidos suspendidos).

1.1.1.5.2. SÓLIDOS SUSPENDIDOS (residuo no filtrable o material no disuelto)

Son determinados por filtración a través de un filtro de asbesto o de fibra de vidrio, en un crisol Gooch previamente pesado.

La determinación de estos sólidos está directamente relacionada con la turbidez, cuando la cantidad de estos sólidos aumenta se producen problemas en la sedimentación y de erosión de las tuberías metálicas cuando el agua fluye a altas velocidades.

1.1.1.5.3. SÓLIDOS SEDIMENTABLES

La determinación se aplica a los sólidos en suspensión que se sedimentaran, en condiciones tranquilas, por acción de la gravedad.

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA		ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA SILVIA PATRICIA ZURITA AGUAGUIÑA	PARÁMETROS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL		
	<input type="checkbox"/> Certificado	<input type="checkbox"/> Por Eliminar		Lámina	Escala	Fecha
	<input type="checkbox"/> Aprobado	<input type="checkbox"/> Por Aprobar		2		12/04/14
	<input type="checkbox"/> Por calificar	<input checked="" type="checkbox"/> Para Información				

ANEXO 3

PARÁMETROS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL

1.1.1.5.4. SÓLIDOS DISUELTOS (residuo filtrable)

Representa a todas las impurezas que se encuentran disueltas en el agua y que no pueden ser retenidos por los filtros, sin importar lo fino que sean.

Pueden ser determinados directamente o por diferencia entre los sólidos totales y los sólidos suspendidos.

1.1.1.6. CONDUCTIVIDAD

La conductividad del agua es una expresión numérica de su habilidad para transportar una corriente eléctrica, que depende de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas en el agua y de la temperatura a la cual se haga la determinación.

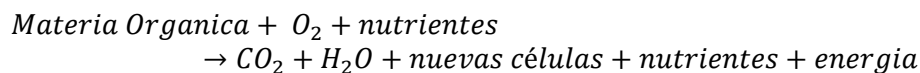
1.1.2. ANÁLISIS QUÍMICOS DEL AGUA

1.1.2.1. SULFUROS

Se entiende por sulfuros los compuestos de azufre con número de oxidación -2. Entre ellos están el ácido sulfhídrico, H_2S , o sulfuro de hidrogeno, e ion hidrosulfuro, HS^- , así como sulfuros metálicos solubles en ácidos y otros sulfuros insolubles. Los sulfuros comunes en aguas residuales domesticas e industriales, donde se encuentran en forma suspendida o disuelta. En general, los sulfuros insolubles no superan el nivel de 1mg/L; el resto está en forma disuelta, como H_2S y como ion hidrosulfuro HS^- , dependiendo del pH.

1.1.2.2. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO

La oxidación microbial o mineralización de la materia orgánica es una de las principales reacciones que ocurre en los cuerpos naturales de agua y constituye una de las demandas de oxígeno, ejercida por los microorganismos heterotróficos, que hay que cuantificar.



Uno de los ensayos más importantes para determinar la concentración de la materia orgánica de aguas residuales es el ensayo de DBO a cinco días. Esencialmente, la DBO es una medida de la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos en la estabilización de la materia orgánica biodegradable, en condiciones aeróbicas, en un periodo de cinco días y a 20°C.

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA		ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA SILVIA PATRICIA ZURITA AGUAGUIÑA	PARÁMETROS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL		
				Lámina	Escala	Fecha
				3		12/04/14

ANEXO 4

PARÁMETROS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL

1.1.2.3. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO

La demanda química de oxígeno es un parámetro analítico de polución que mide el material orgánico contenido en una muestra líquida mediante oxidación química. La determinación de DQO es una medida de la cantidad de oxígeno consumido por la porción de materia orgánica existente en la muestra y oxidable por un agente químico oxidante fuerte. Específicamente, representa el contenido orgánico total de la muestra, oxidable por dicromato en solución ácida. El ensayo tiene la ventaja de ser más rápido que el de DBO y no está sujeto a tantas variables como las que pueden presentarse en el ensayo biológico. Todos los compuestos orgánicos, con unas pocas excepciones, pueden ser oxidados a CO₂ y agua mediante la acción de agentes oxidantes fuertes, en condiciones ácidas.

1.1.2.4. GRASAS Y ACEITES

En el lenguaje común, se entiende por grasa y aceites el conjunto de sustancias pobremente solubles que se separan de la porción acuosa y flotan formando natas, películas y capas iridiscentes sobre el agua, muy ofensivas estéticamente. En aguas residuales los aceites, las grasas y las ceras son los principales lípidos de importancia.

En las plantas convencionales de tratamiento, las aguas pueden permanecer en el efluente primario en forma de emulsificador. A pesar de la destrucción de los agentes emulsificantes por el tratamiento biológico secundario, la grasa no utilizada se separa del agua y flota en los tanques de sedimentación secundaria. Las grasas y aceites son uno de los problemas principales en la disposición de lodos crudos sobre el suelo; por ello, uno de los objetivos de la digestión de los lodos es la reducción de ellos.

1.1.2.5. DETERGENTES

Los detergentes, además de ser sustancias usadas para la limpieza, son compuestos de materiales orgánicos superficialmente activos en soluciones acuosas. Las moléculas de los compuestos superficialmente activos son grandes, un extremo de la molécula muy soluble en agua y el otro soluble en aceites; generalmente se utiliza como sales de sodio o de potasio. Los detergentes, en el agua, alteran la tensión superficial y permiten la formación de burbujas estables de aire, gracias a su contenido de agentes superficiales activos o surfactantes, sustancias que combinan en una sola molécula un grupo fuertemente hidrofóbico con un fuertemente hidrofílico.

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA SILVIA PATRICIA ZURITA AGUAGUIÑA	PARÁMETROS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL		
			Lámina	Escala	Fecha
	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar <input type="checkbox"/> Por calificar <input checked="" type="checkbox"/> Para Información		4		12/04/14

ANEXO 5

PARÁMETROS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL

1.1.2.5.1. DETERGENTES ANIÓNICOS

Los detergentes aniónicos se ionizan para dar Na^+ y un anión activo superficialmente. En la actualidad, el detergente aniónico más usado es el LAS.

1.1.2.5.2. DETERGENTES NO IÓNICOS

Los detergentes no iónicos dependen de ciertos grupos moleculares como el óxido de etileno y ciertos polímeros para solubilizarse, puesto que no se ionizan.

1.1.2.5.3. DETERGENTES CATIÓNICOS

Los detergentes catiónicos poseen cationes superficialmente activos y, generalmente, son sales de hidróxido de amonio cuaternario; tiene propiedades bactericidas y se usan más como desinfectantes que como agentes de limpieza por su alto costo.

1.1.2.6. FENOL

Sustancia incolora en la cual uno o más átomos de hidrogeno del núcleo aromático se han reemplazado por el radical OH. Los fenoles son muy solubles en el agua y se presentan como resultado de la polución con residuos industriales; al aplicar cloro a dichas aguas para su desinfección, se forman clorofenoles y se presentan problemas de olores y sabores indeseables muy bajas concentraciones. Concentraciones altas son tóxicas, causan irritación renal y hasta la muerte, pero su ingestión es improbable por su sabor desagradable.

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA		PARÁMETROS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL		
			ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA		
			SILVIA PATRICIA ZURITA AGUAGUIÑA		
	<input type="checkbox"/> Certificado	<input type="checkbox"/> Por Eliminar	Lámina	Escala	Fecha
	<input type="checkbox"/> Aprobado	<input type="checkbox"/> Por Aprobar	5		12/04/14
	<input type="checkbox"/> Por calificar	<input checked="" type="checkbox"/> Para Información			

ANEXO 6

LEGISLACIÓN AMBIENTAL SIGNIFICATIVA

NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA

La presente norma técnica ambiental y de descarga es dictada bajo el amparo de la ley de Gestión y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de estos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

CRITERIOS GENERALES DE DESCARGA DE EFLUENTES

NORMAS GENERALES PARA DESCARGA DE EFLUENTES, TANTO DE ALCANTARILLADO COMO A LOS CUERPOS DE AGUA.

- El regulado deberá mantener un registro de los efluentes generados, indicando el caudal del efluente, frecuencia de descarga, tratamiento aplicado a los efluentes, análisis de laboratorio y la disposición de los mismos, identificando el cuerpo receptor. Es mandatorio que el caudal reportado de los efluentes generados sea respaldado con datos de producción.
- En las tablas # 11, 12 y 13 de la presente norma, se establecen los parámetros de descarga hacia el sistema de alcantarillado y cuerpos de agua (dulce y marina), los valores de los límites máximos permisibles, corresponden a promedios diarios. La Entidad Ambiental de Control deberá establecer la normativa complementaria en la cual se establezca: La frecuencia de monitoreo, el tipo de muestra (simple o compuesta), el número de muestras a tomar y la interpretación estadística de los resultados que permitan determinar si el regulado cumple o no con los límites permisibles fijados en la presente normativa para descargas a sistemas de alcantarillado y cuerpos de agua.
- Se prohíbe la utilización de cualquier tipo de agua, con el propósito de diluir los efluentes líquidos no tratados.
- Las municipalidades de acuerdo a sus estándares de Calidad Ambiental deberán definir independientemente sus normas, mediante ordenanzas, considerando los criterios de calidad establecidos para el uso o los usos asignados a las aguas. En sujeción a lo establecido en el reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación.

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA		ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA SILVIA PATRICIA ZURITA AGUAGUIÑA	LEGISLACIÓN AMBIENTAL SIGNIFICATIVA		
				Lámina	Escala	Fecha
				6		12/04/14

ANEXO 7

LEGISLACIÓN AMBIENTAL SIGNIFICATIVA

- Se prohíbe toda descarga de residuos líquidos a las vías públicas, canales de riego y drenaje o sistemas de recolección de aguas lluvias y aguas subterráneas. La Entidad Ambiental de Control, de manera provisional mientras no exista sistema de alcantarillado certificado por el proveedor del servicio de alcantarillado sanitario y tratamiento e informe favorable de ésta entidad para esa descarga, podrá permitir la descarga de aguas residuales a sistemas de recolección de aguas lluvias, por excepción, siempre que estas cumplan con las normas de descarga a cuerpos de agua.
- Las aguas residuales que no cumplan previamente a su descarga, con los parámetros establecidos de descarga en esta Norma, deberán ser tratadas mediante tratamiento convencional, sea cual fuere su origen: público o privado. Por lo tanto, los sistemas de tratamiento deben ser modulares para evitar la falta absoluta de tratamiento de las aguas residuales en caso de paralización de una de las unidades, por falla o mantenimiento.
- Los laboratorios que realicen los análisis de determinación del grado de contaminación de los efluentes o cuerpos receptores deberán haber implantado buenas prácticas de laboratorio, seguir métodos normalizados de análisis y estar certificados por alguna norma internacional de laboratorios, hasta tanto el organismo de acreditación ecuatoriano establezca el sistema de acreditación nacional que los laboratorios deberían cumplir.
- Se prohíbe la infiltración al suelo, de efluentes industriales tratados y no tratados, sin permiso de la Entidad Ambiental de Control.

NORMAS DE DESCARGA DE EFLUENTES AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

- Se prohíbe descargar en un sistema público de alcantarillado, cualquier sustancia que pudiera bloquear los colectores o sus accesorios, formar vapores o gases tóxicos, explosivos o de mal olor, o que pudiera deteriorar los materiales de construcción en forma significativa. Esto incluye las siguientes sustancias y materiales, entre otros:
 - a. Fragmentos de piedra, cenizas, vidrios, arenas, basuras, fibras, fragmentos de cuero, textiles, etc. (los sólidos no deben ser descargados ni aún después de haber sido triturados).
 - b. Resinas sintéticas, plásticos, cemento, hidróxido de calcio.
 - c. Residuos de malta, levadura, látex, bitumen, alquitrán y sus emulsiones de aceite,

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA		ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA SILVIA PATRICIA ZURITA AGUAGUIÑA	LEGISLACIÓN AMBIENTAL SIGNIFICATIVA		
				Lámina	Escala	Fecha
				7		12/04/14

ANEXO 8

LEGISLACIÓN AMBIENTAL SIGNIFICATIVA

- e. Gasolina, petróleo, aceites vegetales y animales, hidrocarburos clorados, ácidos, y álcalis.
- f. Fosgeno, cianuro, ácido hidrazoico y sus sales, carburos que forman acetileno, sustancias comprobadamente tóxicas.
- El proveedor del servicio de tratamiento de la ciudad podrá solicitar a la Entidad Ambiental de Control, la autorización necesaria para que los regulados, de manera parcial o total descarguen al sistema de alcantarillado efluentes, cuya calidad se encuentre por encima de los estándares para descarga a un sistema de alcantarillado, establecidos en la presente norma.
El proveedor del servicio de tratamiento de la ciudad deberá cumplir con los parámetros de descarga hacia un cuerpo de agua, establecidos en esta Norma.
- Toda descarga al sistema de alcantarillado deberá cumplir, al menos, con los valores establecidos a continuación:

Límites de descarga al Sistema de Alcantarillado Publico

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	500
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O ₅	mg/l	250
Potencial de Hidrógeno	pH		5-9
Sólidos Sedimentables	SS	ml/l	20
Sólidos disueltos totales	TDS	mg/l	220
Sólidos Totales	SST	mg/l	1600
Sulfuros	S	mg/l	1,00
Temperatura	°C		<40
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	2,0

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA		ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA SILVIA PATRICIA ZURITA AGUAGUIÑA	LEGISLACIÓN AMBIENTAL SIGNIFICATIVA		
				Lámina	Escala	Fecha
				8		12/04/14

ANEXO 9

INFORME DEL ANÁLISIS DE AGUA DEL CUAL PARTE EL TRABAJO

 LABCESTTA Tecnología & Soluciones SGC	LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN Panamericana Sur Km. 1 ½ Telefax: (03) 2998232 ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS RIOBAMBA - ECUADOR	 oae LABORATORIO DE ENSAYOS N° OAE LE 2C 06-008
---	--	---

INFORME DE ENSAYO No: 1244
ST: 13 - 638 ANÁLISIS DE AGUAS
Nombre Peticionario: GAD SAN PEDRO DE PELILEO
Ata: NA
Dirección: Pelileo - Av. 22 de Julio y Padre Chacón
FECHA: 13 de Julio del 2013
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2013 / 07 / 05 - 15:45
FECHA DE MUESTREO: 2013 / 07 / 05 14:15
FECHA DE ANÁLISIS: 2013 / 07 / 05- 2013 / 07 / 13
TIPO DE MUESTRA: Agua Descarga
CÓDIGO LABCESTTA: LAB-A 2021-13
CÓDIGO DE LA EMPRESA: Lavandería Corpotex
PUNTO DE MUESTREO: Descarga alcantarillado
ANÁLISIS SOLICITADO: Físico-Químico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Ing. Elizabeth Barahona
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS: T máx.: 25.0 °C. T mín.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
Tensoactivos	PEE/LABCESTTA/44 APHA 5540 C	mg/L	6,88	2,0	±15%
*Sólidos Sedimentables	PEE/LABCESTTA/56 APHA 2540 F	ml/L	3	20	-
Demanda Biológica de Oxígeno (5 días)	PEE/LABCESTTA/46 APHA 5210 B	mg/L	224	250	±20%
Demanda Química de Oxígeno	PEE/LABCESTTA/09 APHA 5220 D	mg/L	406	500	±3%
Fenoles	PEE/LABCESTTA/14 APHA 5530 C	mg/L	0,075	0,2	±16%
*Color	PEE/LABCESTTA/61 APHA 2120-C	Pt/Co	527,18	-	-
*Sulfuros	PEE/LABCESTTA/19 APHA 4500-S ₂ -1	mg/L	7,34	1,0	-
Grasas y Aceites	PEE/LABCESTTA/42 APHA 5520 B	mg/L	13,8	100	±7%
Sólidos Suspendidos	PEE/LABCESTTA/13 APHA 2540 D	mg/L	< 50	220	±20%

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.
- Los parámetros con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del OAE.
- Resultados comparados Límites permisibles Tabla 11 del TULAS.

RESPONSABLES DEL INFORME:

Dr. Mauricio Álvarez
 RESPONSABLE TÉCNICO

Ing. Marcela Erazo
 JEFE DE LABORATORIO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
 Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados
 MC01-14

Página 1 de 1
 Edición 2

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA		ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA SILVIA PATRICIA ZURITA AGUAGUIÑA	INFORME DEL ANÁLISIS DE AGUA DEL CUAL PARTE EL TRABAJO		
	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por calificar	<input type="checkbox"/> Por Eliminar <input type="checkbox"/> Por Aprobar <input checked="" type="checkbox"/> Para Información		Lámina	Escala	Fecha
			9		12/04/14	

ANEXO 10

ESTADO INICIAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO



(1)



(2)



(3)

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA		ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA SILVIA PATRICIA ZURITA AGUAGUIÑA	ESTADO INICIAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO		
				Lámina	Escala	Fecha
1. Tanque de Aireación	<input type="checkbox"/> Certificado	<input type="checkbox"/> Por Eliminar		10		12/04/14
2. Floculador H.2	<input type="checkbox"/> Aprobado	<input type="checkbox"/> Por Aprobar				
3. 2 ^{da} Salida del floculador H 1	<input type="checkbox"/> Por calificar	<input checked="" type="checkbox"/> Para Información				

ANEXO 11

INFORME DEL ANÁLISIS DE AGUA AL INGRESO AL SISTEMA DE TRATAMIENTO

ESPOCH

**LABORATORIO DE ANÁLISIS TÉCNICOS
FACULTAD DE CIENCIAS**

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2998 200 ext 332

Riobamba - Ecuador

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Patricia Zurita

Fecha de Análisis: 06 de noviembre del 2013

Fecha de Entrega de Resultados: 11 de noviembre del 2013

Tipo de muestras: Agua Residual del proceso de lavado de jeans

Localidad: Pelileo, Barrio el Tambo Central

Código LAT/219 A-13

Análisis Químico

Determinaciones	Unidades	*Método	**Límites	Resultados
Color	Und Co/Pt			1451
Conductividad	μSiems/cm			839
pH	Und.	4500-B	5-9	6.62
Sulfuros	mg/L		1.0	36.48
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500	660
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5220-B	250	324
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	2540-E	1600	409

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

**TULAS TABLA 11. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Observaciones:

Atentamente.


 Dra. Gina Álvarez R.
 RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA		ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA SILVIA PATRICIA ZURITA AGUAGUIÑA	INFORME DEL ANÁLISIS DE AGUA AL INGRESO AL SISTEMA DE TRATAMIENTO		
				Lámina	Escala	Fecha
				11		12/04/14

ANEXO 12

INFORME DEL ANÁLISIS DE AGUA A LA SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

ESPOCH

LABORATORIO DE ANÁLISIS TÉCNICOS
FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2998 200 ext 332

Riobamba - Ecuador

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Patricia Zurita

Fecha de Análisis: 06 de noviembre del 2013

Fecha de Entrega de Resultados: 11 de noviembre del 2013

Tipo de muestras: Agua Tratada del proceso de lavado de jeans

Localidad: Pelileo, Barrio el Tambo Central

Código LAT/219 B-13

Análisis Químico

Determinaciones	Unidades	*Método	**Límites	Resultados
Color	Und Co/Pt			422
Conductividad	μSiems/cm			650
pH	Und.	4500-B	5-9	7.20
Sulfuros	mg/L		1.0	7.34
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500	410
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5220-B	250	225
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	2540-E	1600	403.0

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

**TULAS TABLA 11. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Observaciones:

Atentamente.

Dra. Gina Álvarez R.

RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA		ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA SILVIA PATRICIA ZURITA AGUAGUIÑA	INFORME DEL ANÁLISIS DE AGUA A LA SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO		
				Lámina	Escala	Fecha
				12		12/04/14

<input type="checkbox"/> Certificado	<input type="checkbox"/> Por Eliminar
<input type="checkbox"/> Aprobado	<input type="checkbox"/> Por Aprobar
<input type="checkbox"/> Por calificar	<input checked="" type="checkbox"/> Para Información

ANEXO 13

INFORME DEL ANÁLISIS DE AGUA DESPUÉS DE LA OPTIMIZACIÓN

ESPOCH

**LABORATORIO DE ANÁLISIS TÉCNICOS
FACULTAD DE CIENCIAS**

Casilla 06-01-4703 Telefax: 2998 200 ext 332 Riobamba - Ecuador

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Patricia Zurita
Fecha de Análisis: 19 de enero del 2014
Fecha de Entrega de Resultados: 11 de febrero del 2014
Tipo de muestras: Agua Tratada del proceso de lavado de jeans
Localidad: Pelileo, Barrio el Tambo Central

Código LAT/219 C-14

Análisis Químico

Determinaciones	Unidades	*Método	**Límites	Resultados
Color	Und Co/Pt			40
Conductividad	μSiems/cm			323
pH	Und.	4500-B	5-9	7.47
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500	130
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5220-B	250	72
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	2540-E	1600	226.8

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

**TULAS TABLA 11. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Observaciones:

Atentamente.

Dra. Gina Álvarez R.



RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA	INFORME DEL ANÁLISIS DE AGUA DESPUÉS DE LA OPTIMIZACIÓN		
	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar <input type="checkbox"/> Por calificar <input checked="" type="checkbox"/> Para Información	SILVIA PATRICIA ZURITA AGUAGUIÑA	Lámina	Escala	Fecha
			13		12/04/14

ANEXO 14

INFORME DEL ANÁLISIS DE AGUA DE SULFURO Y TENSOACTIVOS

 LABCESTA <small>Tecnología & Soluciones</small> SGC	LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN <small>Panamericana Sur Km. 1 ½ Telefax: (03) 2998232 ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS RIOBAMBA - ECUADOR</small>	 LABORATORIO DE ENSAYOS <small>N° OAE LE 2C 06-008</small>
--	---	---

INFORME DE ENSAYO No: ST: Nombre Peticionario: Atn. Dirección: FECHA: NUMERO DE MUESTRAS: FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: FECHA DE MUESTREO: FECHA DE ANÁLISIS: TIPO DE MUESTRA: CÓDIGO LABCESTA: CÓDIGO DE LA EMPRESA: PUNTO DE MUESTREO: ANÁLISIS SOLICITADO: PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:	079 14 - 027 ANÁLISIS DE AGUAS CORPOTEX Patricia Zurita Pelileo Avda. Confraternidad y Eloy Alfaro 28 de Enero del 2014 1 2014 / 01 / 20 16:30 2014 / 01 / 19 17:20 2014 / 01 / 20 - 2014 / 01 / 28 Descarga LAB-A 073-14 NA Laboratorio de Análisis de agua Químico Patricia Zurita T máx.: 25.0 °C. T mín.: 15.0 °C
--	---

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
Sulfuros	PEE/LABCESTA/ 19 Standard Methods No 4500-S ² C y D	mg/L	0,036	-	±18%
Tensoactivos	PEE/LABCESTA/44 Standard Methods No. 5540 C	mg/L	3,50	-	±15%

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio

RESPONSABLES DEL INFORME:


Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO




Ing. Marcela Erazo
JEFE DE LABORATORIO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
 Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados
 MC01-14

Página 1 de 1
 Edición 2

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA	INFORME DEL ANÁLISIS DE AGUA DE SULFURO Y TENSOACTIVOS		
	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar <input type="checkbox"/> Por calificar <input checked="" type="checkbox"/> Para Información	SILVIA PATRICIA ZURITA AGUAGUIÑA	Lámina	Escala	Fecha
	14			12/04/14	

ANEXO 15

DETERMINACIONES DE LABORATORIO

(COLOR, PH Y SÓLIDOS DISUELTO)



(1)



(2)



(3)

NOTAS		CATEGORIA DEL DIAGRAMA		ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA SILVIA PATRICIA ZURITA AGUAGUIÑA	PRUEBAS DE LABORATORIO (COLOR, PH Y SÓLIDOS DISUELTO)		
1.	Determinación de color	<input type="checkbox"/> Certificado	<input type="checkbox"/> Por Eliminar		Lámina	Escala	Fecha
2.	Determinación de pH	<input type="checkbox"/> Aprobado	<input type="checkbox"/> Por Aprobar		15		12/04/14
3.	Determinación de solidos disueltos	<input type="checkbox"/> Por calificar	<input checked="" type="checkbox"/> Para Información				

ANEXO 16

DETERMINACIONES DE LABORATORIO (DBO₅ Y DQO)



(1)



(2)

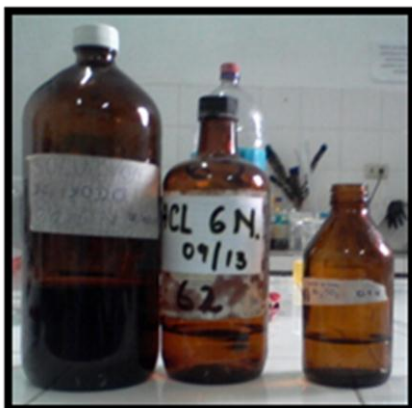
NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA SILVIA PATRICIA ZURITA AGUAGUIÑA	PRUEBAS DE LABORATORIO (DBO Y DQO)		
1. Determinación de DBO ₅ 2. Determinación de DQO	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar <input type="checkbox"/> Por calificar <input checked="" type="checkbox"/> Para Información		Lámina	Escala	Fecha
			16		12/04/14

ANEXO 17

DETERMINACIÓN DE LABORATORIO (SULFURO)



(1)

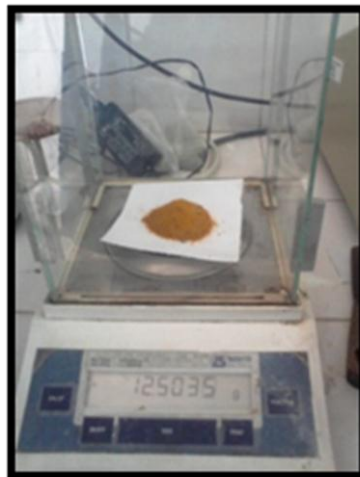


(2)

NOTAS		CATEGORIA DEL DIAGRAMA		ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA SILVIA PATRICIA ZURITA AGUAGUIÑA	PRUEBA DE LABORATORIO (SULFURO)		
1.	Muestras	<input type="checkbox"/> Certificado	<input type="checkbox"/> Por Eliminar		Lámina	Escala	Fecha
2.	Reactivos	<input type="checkbox"/> Aprobado	<input type="checkbox"/> Por Aprobar		17		12/04/14
		<input type="checkbox"/> Por calificar	<input checked="" type="checkbox"/> Para Información				

ANEXO 18

PREPARACIÓN DE FLOCULANTE PAC



(1)



(2)

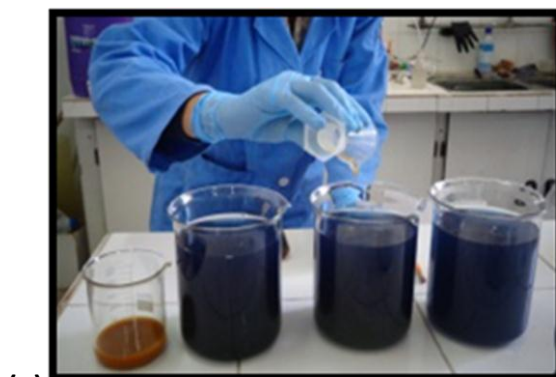


(3)

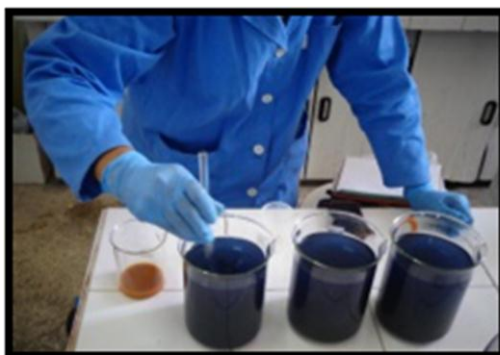
NOTAS		CATEGORIA DEL DIAGRAMA		ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA SILVIA PATRICIA ZURITA AGUAGUIÑA	PREPARACIÓN DE FLOCULANTE PAC		
1. Peso de PAC	<input type="checkbox"/> Certificado	<input type="checkbox"/> Por Eliminar	Lámina		Escala	Fecha	
2. Agua	<input type="checkbox"/> Aprobado	<input type="checkbox"/> Por Aprobar	18			12/04/14	
3. Floculante PAC preparado	<input type="checkbox"/> Por calificar	<input checked="" type="checkbox"/> Para Información					

ANEXO 19

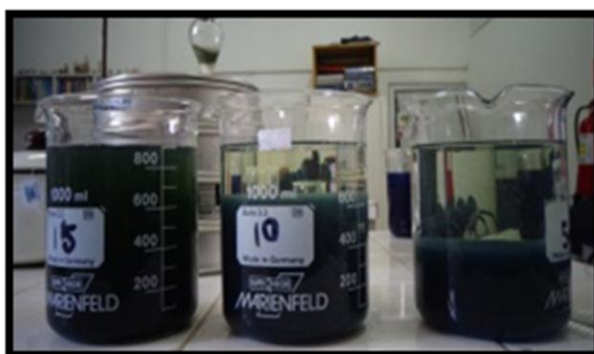
PRUEBAS DE DOSIFICACIÓN



(1)



(2)



(3)

NOTAS		ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA SILVIA PATRICIA ZURITA AGUAGUIÑA	PRUEBAS DE DOSIFICACIÓN		
1.	Adición de floculante		Lámina	Escala	Fecha
2.	Agitación		19		12/04/14
3.	Resultados				

CATEGORIA DEL DIAGRAMA	
<input type="checkbox"/> Certificado	<input type="checkbox"/> Por Eliminar
<input type="checkbox"/> Aprobado	<input type="checkbox"/> Por Aprobar
<input type="checkbox"/> Por calificar	<input checked="" type="checkbox"/> Para Información

ANEXO 20

ESTADO FINAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO



(1)



(2)

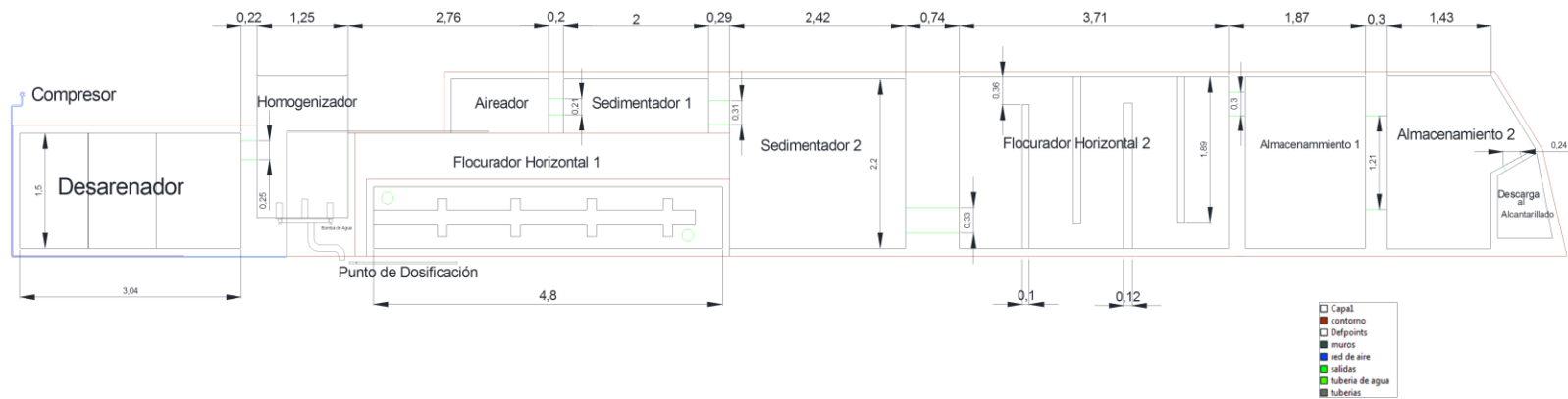


(3)

NOTAS		CATEGORIA DEL DIAGRAMA		ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA SILVIA PATRICIA ZURITA AGUAGUIÑA	ESTADO FINAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO		
1.	Implementación de Jacinto de agua	<input type="checkbox"/> Certificado	<input type="checkbox"/> Por Eliminar		Lámina	Escala	Fecha
2.	Tanque de aireación sedimentador 1	<input type="checkbox"/> Aprobado	<input type="checkbox"/> Por Aprobar		20		12/04/14
3.	2 ^{da} salida del floculador H 1	<input type="checkbox"/> Por calificar	<input checked="" type="checkbox"/> Para Información				

ANEXO 21

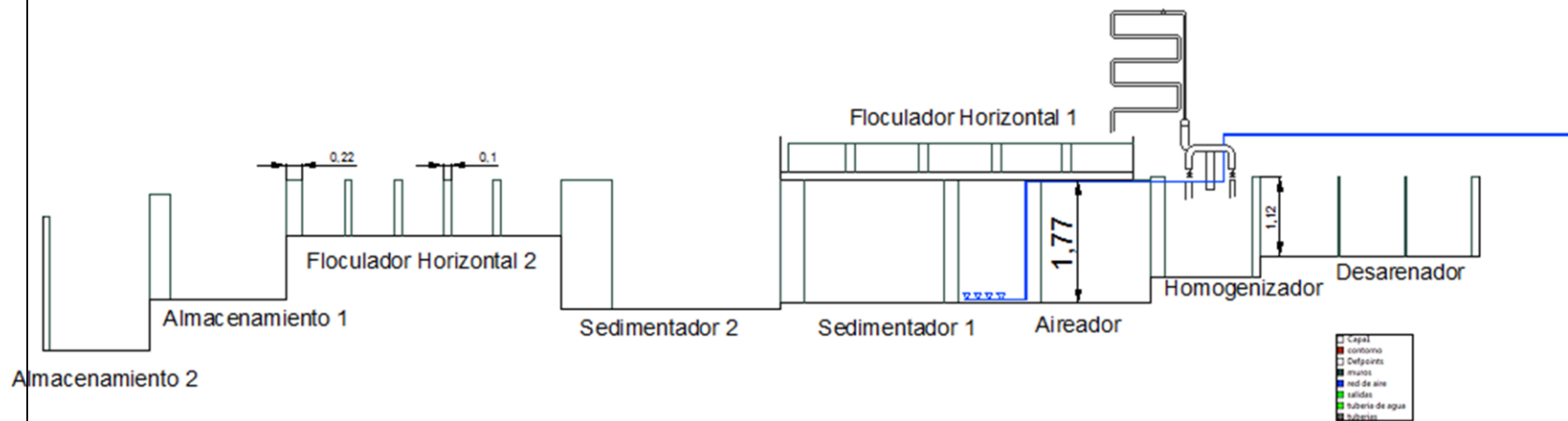
PLANO INICIAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO VISTA SUPERIOR



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA		ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA SILVIA PATRICIA ZURITA AGUAGUIÑA	PLANO INICIAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO VISTA SUPERIOR		
1. Plano vista superior	<input type="checkbox"/> Certificado	<input type="checkbox"/> Por Eliminar		Lámina	Escala	Fecha
	<input type="checkbox"/> Aprobado	<input type="checkbox"/> Por Aprobar		21	1:1	12/04/14
	<input type="checkbox"/> Por calificar	<input type="checkbox"/> Para Información				

ANEXO 22

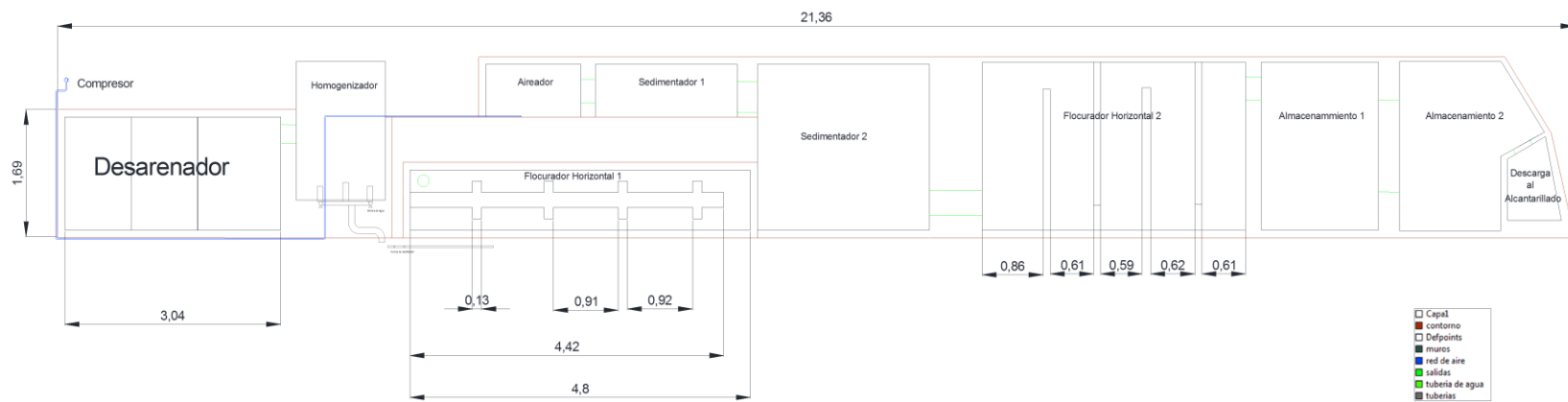
PLANO INICIAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO VISTA LATERAL



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA		ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA SILVIA PATRICIA ZURITA AGUAGUIÑA	PLANO INICIAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO LATERAL		
1. Plano vista lateral	<input type="checkbox"/> Certificado	<input type="checkbox"/> Por Eliminar		Lámina	Escala	Fecha
	<input type="checkbox"/> Aprobado	<input type="checkbox"/> Por Aprobar		22	1:1	12/04/14
	<input type="checkbox"/> Por calificar	<input type="checkbox"/> Para Información				

ANEXO 23

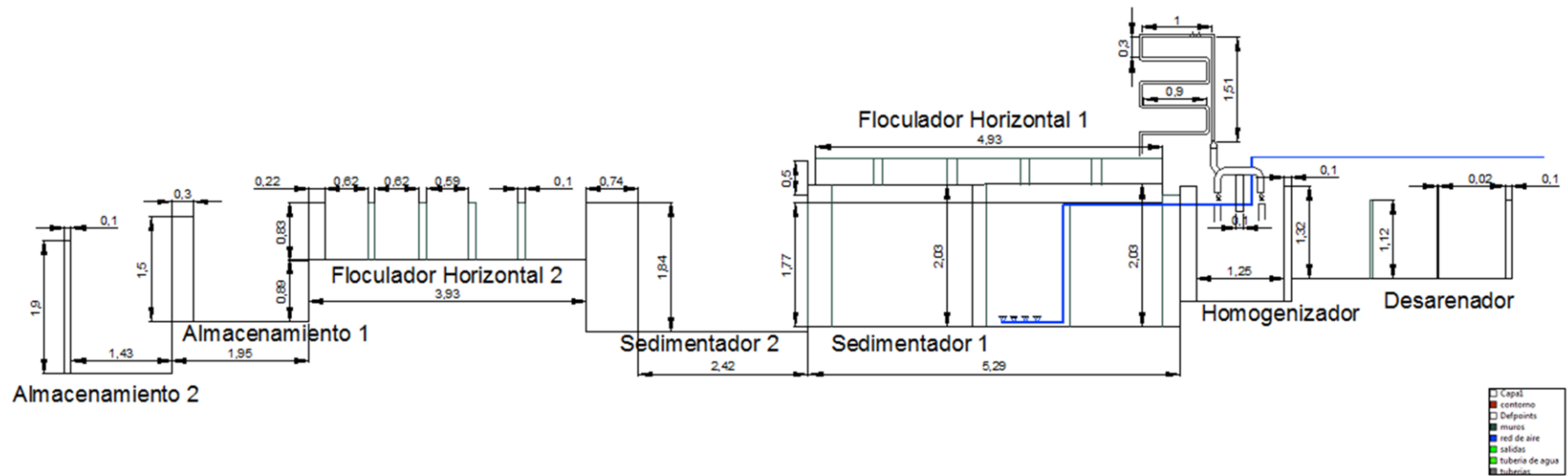
PLANO FINAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO VISTA SUPERIOR



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA		ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA SILVIA PATRICIA ZURITA AGUAGUIÑA			PLANO FINAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO VISTA SUPERIOR		
						Lámina	Escala	Fecha
						23	1:1	12/04/14
1. Plano vista superior	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por calificar	<input type="checkbox"/> Por Eliminar <input type="checkbox"/> Por Aprobar <input type="checkbox"/> Para Información						

ANEXO 24

PLANO FINAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO VISTA LATERAL



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA		PLANO FINAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO VISTA LATERAL		
			Lámina	Escala	Fecha
			24	1:1	12/04/14

